COLUMBIA LIBRARIES OFFSITE
HEALTH SCIENCES STANDARD
HX64105806
R507.P26 B66 Pasteur et ses eleve
RECAP

R507.P26 B66

Columbia University
in the City of New York

College of Physicians and Surgeons

Library

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
Open Knowledge Commons

http://www.archive.org/details/pasteuretsesl00bout

PASTEUR

ET

SES ÉLÈVES

Pasteur.

PASTEUR

ET

SES ÉLÈVES

HISTOIRE ABRÉGÉE

DE

LEURS DÉCOUVERTES ET DE LEURS DOCTRINES

PAR

J.-F. BOUTET

DOCTEUR ES SCIENCES

ANCIEN INSPECTEUR D'ACADÉMIE

PARIS

GARNIER FRÈRES, LIBRAIRES-ÉDITEURS

6, RUE DES SAINTS-PÈRES, 6

—

1898

R 507.P26
B66

med
33-34215

PRÉFACE

Appelé quelquefois à faire, soit des conférences, soit des articles scientifiques sur les découvertes qui ont à jamais illustré le nom de Pasteur, j'ai recueilli sur les principales d'entre elles des notes succinctes, mais, je crois, suffisantes pour en montrer l'enchaînement, l'admirable simplicité et les merveilleuses conséquences. Je me décide à les mettre en ordre et à les publier.

Ce volume n'est donc pas une œuvre scientifique ; c'est un modeste travail de vulgarisation.

Lisez une revue, ouvrez un recueil quelconque, allez à l'Académie de Médecine ou des Sciences ; il n'y est question que de ces microorganismes, bacilles, bactéries, vibrions ou micrococques, dont l'immortel biologiste a étudié la nature et le rôle : *expériences sur les études de désinfection*, *rapport sur la contagion de la*

phtisie, *antisepsie*, *asepsie*, *sérumthérapie*..... c'est comme si vous lisiez ou entendiez partout : *Microbes*, *microbes*.

En dehors du monde savant, on retrouve la même préoccupation et la même curiosité. Aussi quelles heureuses modifications ont été apportées, par le fait des études microbiennes, dans la fabrication du vin, de la bière, du vinaigre ! Quels secours donnés à l'agriculture par le traitement des vers à soie et par la vaccination des animaux d'étable ! Du reste, il n'y a guère de maladie qui ne soit occasionnée par quelque virus ou quelque microbe, ce qui a le même sens, et, comme les questions de santé et de maladie, de vie et de mort s'imposent à tout le monde, le nom de Pasteur est le plus répandu et sera certainement le plus populaire de tous ceux qu'a célébrés l'histoire.

Il fallait déjà une bien haute intelligence et une suprême habileté d'expérimentateur pour établir que les microbes sont l'incontestable cause des épidémies et que ces êtres infimes peuvent, dans certaines circonstances, venir aisément et rapidement à bout des plus forts animaux. Or, allant beaucoup plus loin, notre grand bactériologue est parvenu à séparer ces microbes, à les cultiver, à étudier leurs mœurs, à atténuer leur action ou à l'exalter, et il a cou-

ronné le tout par cette remarque qu'ils sont impropres à se développer dans un milieu préalablement occupé ; de telle sorte qu'un virus atténué a pu prévenir la funeste action d'un virus plus virulent et que les microbes produisent eux-mêmes l'immunité contre leur propre atteinte. L'application en a été faite avec soin pour le charbon, le choléra des poules et la rage. La vaccination dont Jenner s'était empiriquement servi contre la variole est scientifiquement et méthodiquement appliquée aux autres maladies.

Ces découvertes datent d'hier et le cadre s'en élargit déjà : par la sérothérapie, le docteur Roux, disciple de Pasteur, guérit la diphtérie ; le docteur Yersin a trouvé le remède contre la peste et on vient, paraît-il, d'isoler, de cultiver le microbe de la fièvre jaune. Demain, après-demain peut-être, on guérira de même le choléra, la phtisie, la fièvre typhoïde, la plupart des maladies contagieuses, et c'est l'éclatant génie du Maître qui aura préparé d'aussi heureux et éclatants résultats.

Notre travail comprend une notice historique, 19 chapitres, quelques figures et un appendice contenant un certain nombre de documents utiles à consulter.

La notice indiquera l'ordre chronologique des

découvertes qu'il s'agit de faire connaître ; mais les chapitres se succéderont dans un ordre un peu différent ; les *études sur le vin et sur la bière*, par exemple, formant le complément indispensable de la théorie des fermentations, passeront avant les générations spontanées et les chapitres relatifs à l'étiologie des maladies contagieuses. La première partie du livre renfermera le fonds des doctrines microbiennes ; la suite contiendra l'exposé des hautes conséquences qu'en a su tirer Pasteur. Chaque chapitre contiendra l'histoire abrégée d'une ou plusieurs découvertes qui, à elles seules, auraient suffi à la gloire d'un homme. A quelle hauteur doit-on placer celui qui a accompli de si admirables travaux !

A l'œuvre du Maître, s'ajouteront enfin les principales découvertes dues à ses élèves, ce qui montrera la surprenante fécondité d'une science née d'hier.

Il existe sur le même sujet des livres extrêmement intéressants, entre autres, l'*Histoire d'un savant par un ignorant*, œuvre charmante, pleine de cœur et de talent, attribuée à M. René Vallery-Radot, gendre de Pasteur. On doit citer les nombreux et remarquables ouvrages du savant M. Duclaux, directeur de l'Institut ; il y a les *Annales* ; il y a les ouvrages de Pasteur lui-

même : ses rapports à l'Académie des Sciences sont des modèles.

Je ne saurais dire tout le plaisir que j'ai pris à ces lectures. J'y ai naturellement puisé la plupart des faits dont j'ai eu souvent à me servir. Tout en ne citant que les plus importants, je donnerai, je l'espère, le désir de connaître les autres et de remonter aux sources. J'y vois un moyen d'acquitter à l'égard des auteurs originaux mes vifs sentiments de reconnaissance.

J. F. Boutet.

NOTICE HISTORIQUE

Sur la façade d'une petite maison de Dôle (Jura), on peut lire cette inscription en lettres d'or :

ICI EST NÉ LOUIS PASTEUR
LE 27 DÉCEMBRE 1822.

Le père de Pasteur, un vieux soldat, décoré sur le champ de bataille, avait pris le métier de tanneur; sa mère était une vaillante femme, au cœur, à l'intelligence élevée. En 1825, le jeune ménage trouvant à acheter une petite tannerie quitta Dôle et alla s'installer à Arbois, où le jeune Pasteur commença bientôt ses études au collège de cette ville. Il s'y distingua dès qu'il put comprendre l'étendue des sacrifices qu'on s'imposait pour lui, et, comme le collège d'Arbois n'était pas de plein exercice, il dut aller faire sa philosophie au collège de Besançon. Il était à peine reçu bachelier qu'on le nomma maître d'études dans ce dernier établissement, ce qui lui permit de commencer aussitôt sa préparation à l'Ecole normale supérieure. Quoiqu'il suivît les cours avec les jeunes gens placés sous sa surveillance, il ne perdit rien de son autorité. Il prêchait, au contraire,

d'exemple et tout le monde travaillait autour de lui. Reçu le quatorzième après deux ans d'études, il refusa et vint faire une nouvelle année de préparation à Paris. Cette fois, admis avec le n° 4, il accepta. On était au mois d'octobre 1843.

Le goût très vif qu'avait déjà Pasteur pour les études chimiques ne fit que se développer sous l'influence de Balard, professeur à l'Ecole, et de Dumas qui faisait remarquablement le cours à la Sorbonne. Il ne songeait qu'à donner à chaque fait le contrôle de l'expérimentation ; ses jours de sortie, il les passait souvent au laboratoire. La minéralogie, la cristallographie, qui touchent de près à la chimie, l'attiraient beaucoup, et il ne parlait qu'avec enthousiasme des travaux d'Haüy.

Nous verrons que, resté à l'Ecole comme préparateur, après avoir été reçu à l'agrégation des sciences physiques, il se révéla, tout jeune, comme un chercheur de premier ordre et découvrit l'acide tartrique et les tartrates gauches par le seul examen de leurs cristaux.

C'est même au cours de ces travaux que lui apparurent les premiers microbes.

Nommé professeur suppléant de chimie à la faculté de Strasbourg, il se maria bientôt avec Mlle Marie Laurent, fille du recteur de l'Académie. Cette femme d'élite a eu un rôle important dans son existence, toute de pensée, de travail et de lutte ; affectueuse et dévouée, elle a été son appui de tous les instants, et, dans son intérieur très simple, le Maître a toujours trouvé cette joie douce qui répare les forces, rehausse le courage et préserve de l'énervement. Culte du foyer, amour de la science, tel a été le charme de cette maison.

Titulaire de sa chaire à Strasbourg en 1852, Pasteur

fut, en 1854, c'est-à-dire à l'âge de trente-deux ans, chargé d'organiser la Faculté des sciences de Lille en qualité de doyen.

Cette nomination a eu sans doute une grande influence sur la nouvelle orientation de ses travaux. Dans un département dont la principale industrie est la fabrication de l'alcool provenant des grains et de la betterave, il se décida, dans l'intérêt de ses nouveaux compatriotes, à étudier le problème si obscur des *fermentations*. L'action singulière exercée par le *Penicillium glaucum*, une moisissure, un microbe, sur l'acide tartrique droit lui était toujours restée dans la mémoire. Ce n'était sans doute pas le seul organisme vivant qui eût un rôle actif dans la décomposition d'un autre corps. Effectivement, il ne tarda pas à se convaincre que, dans la fermentation de la bière et du vin, la levûre est le principal agent de la transformation du sucre en alcool, et dès lors commença, selon l'expression de Renan, « sa traînée lumineuse dans la grande nuit de l'infiniment petit ».

Personne avant lui n'avait vu clair dans ces mouvements intestins qui semblent s'exciter eux-mêmes et qui amènent de si grands changements dans la nature des corps. Les théoriciens allemands y voyaient un phénomène de mouvement communiqué : pour eux, le ferment était un édifice qui s'écroulait et qui entraînait la démolition d'un autre édifice. Pasteur démontra rigoureusement que la fermentation est une œuvre de vie et non une œuvre de mort et que le ferment, être vivant, entraîne la décomposition des substances environnantes en leur empruntant les éléments nécessaires à son existence.

Après trois ans de séjour à Lille, Pasteur vint à Pa-

ris prendre la direction des études scientifiques à l'Ecole normale. Comme il n'avait point de chaire, il n'eut ni laboratoire, ni allocation pour frais d'expériences. Il dut s'installer à ses frais et tant bien que mal dans un grenier de la maison; mais son zèle ne s'en ralentit pas et l'Académie des sciences reçut de lui mémoires sur mémoires. Fermentation lactique, fermentation butyrique, acétification, putréfaction, toutes les fermentations y passèrent, et, dans chacune, un être vivant, un microbe pullulait. La putréfaction elle-même n'était qu'une suite de fermentations. Décidément, dans cette lutte entre la science française et la science allemande, la science française triomphait.

M. de Sénarmont étant mort, l'Académie des sciences accueillit Pasteur dans son sein.

Des fermentations aux *générations spontanées*, il n'y avait qu'un pas et la question venait d'être mise à l'ordre du jour par A. Pouchet, directeur du muséum d'histoire naturelle de Rouen, qui, en 1858, avait publié une expérience dans laquelle, affirmait-il, des infusoires naissaient spontanément. Le savant de la rue d'Ulm voulut savoir à quoi s'en tenir. Il expérimenta de son côté et se vit contraint de combattre A. Pouchet. La discussion s'échauffa même outre mesure et bientôt tout le monde s'en mêla. On peut dire que l'anxiété était générale lorsque, en 1864, dans une conférence restée célèbre, Pasteur, devenant maître du champ de bataille, put déclarer qu' « *il n'y a pas une seule circonstance aujourd'hui connue où l'on ait vu des êtres venir au monde sans parents* ».

En 1865, paraissent de belles études sur le vin. Mais, entre temps, était survenue la maladie des vers à soie. S'étendant et s'aggravant avec rapidité, elle finissait

par mettre l'industrie séricicole en péril. C'était la ruine pour toute la région du Midi. Sollicité par Dumas, Pasteur se décide à partir pour Alais avec sa famille et ses meilleurs élèves. Il y passe cinq ans et il en revient triomphant. C'était à deux maladies et non à une seule que succombait le précieux insecte et notre illustre savant, après en avoir indiqué la nature, en trouvait aussi le remède. Il relevait du coup une industrie essentiellement française et rendait à un grand nombre de nos départements l'aisance qu'ils avaient perdue.

Mais cette victoire fut achetée bien cher. Pasteur avait tellement usé du microscope, il avait subi de telles fatigues, qu'il fut, au mois d'octobre 1868, frappé d'hémiplégie. Croyant sa mort prochaine, il rassembla toutes ses forces et dicta à sa femme ce qu'il croyait être sa dernière note sur l'étude qu'il venait de faire. Cette note était huit jours après communiquée à l'Académie des sciences qui en fut profondément émue.

Grâce à sa forte constitution, Pasteur se remit peu à peu; mais il resta paralysé du côté gauche et ne put jamais reprendre l'usage complet de ses membres. Son puissant cerveau resta heureusement intact et Pasteur put fournir encore une glorieuse carrière.

Edifié sur la valeur de son procédé de grainage, l'empereur, voulant récompenser l'immense service rendu au pays, le nomma sénateur. Seulement on était en 1870 ; les événements se précipitèrent et le décret ne put paraître au *Moniteur officiel*.

Qu'était, au milieu de nos désastres, la dignité de sénateur pour un homme de la trempe de Pasteur, pour ce cœur ardent qui venait de sacrifier son repos et de compromettre sa vie pour le bien de ses compatriotes ? Pendant que son fils, engagé volontaire, com-

battait dans l'armée de l'Est, il exhalait sa douleur de vaincu. D'abord il écrivit fièrement, de sa petite maison d'Arbois où il s'était réfugié, pour refuser le diplôme de docteur qui lui avait été conféré en 1868 par l'Académie de médecine de l'Université de Bonn.

Si, à ses yeux, les causes de nos malheurs étaient multiples, il fallait placer au premier rang l'existence tolérée d'une nation altière, ambitieuse et fourbe qui, depuis deux siècles, se développait *per fas et nefas* aux dépens de tous ses voisins.

« Comme le bandit des grands chemins, écrivait-il en mars 1871, elle s'est armée dans l'ombre, et, après avoir attiré dans un guet-apens sa trop confiante rivale, qui ne lui avait rendu que de bons offices, elle s'est ruée sur elle à l'improviste pour l'égorger. Celle-ci, dans un suprême effort, eût pu sortir victorieuse de l'étreinte. Elle l'a tenté, et ce sera la sauvegarde de son honneur aux yeux de la postérité ; mais elle devait succomber, parce que le poids de ses imprévoyances et de ses fautes passées est venu s'ajouter aux coups de son cruel adversaire. »

Parmi ces fautes, il y en a une qui l'a toujours obsédé et à laquelle il attribue la plus grande influence sur nos défaites : « La France s'est désintéressée, depuis un demi-siècle (on est en mars 1871), des grands travaux de la pensée, particulièrement dans les sciences exactes. »

. . . . . .

« Le progrès dans l'ordre matériel ressemble à l'épanouissement de la feuille et de la fleur qui n'apparaissent aux regards étonnés qu'après une élaboration lente et obscure de toutes les parties, même les plus délicates. »

. . . . . .

« Les pouvoirs publics, en France, ont méconnu depuis longtemps cette loi de corrélation entre la science théorique et la vie des nations. Victime sans doute de son instabilité politique, la France n'a rien fait pour entretenir, propager, développer le progrès des sciences dans notre pays ; elle s'est contentée d'obéir à une impulsion reçue; elle a vécu sur son passé, se croyant toujours grande par les découvertes de la science, parce qu'elle leur devait sa prospérité matérielle, mais ne s'apercevant pas qu'elle en laissait imprudemment tarir les sources, alors que des nations voisines, excitées par son propre aiguillon, en détournaient le cours à leur profit et les rendaient fécondes par le travail, par des efforts et des sacrifices combinés. »

« Tandis que l'Allemagne multipliait ses Universités, qu'elle établissait entre elles les plus salutaires émulations, qu'elle entourait ses maîtres et ses docteurs d'honneurs et de considération, qu'elle créait de vastes laboratoires dotés des meilleurs instruments de travail, la France, énervée par les révolutions, ne donnait qu'une attention distraite à ses établissements d'instruction supérieure. »

La conclusion est qu'en 1870, les hommes supérieurs ont manqué pour mettre en œuvre les immenses ressources de la nation. « En 1792, le salut de la France avait été, bien au contraire, la conséquence exclusive de sa supériorité scientifique. Et combien l'impression en est-elle aggravée quand on songe que les rôles ont été intervertis au profit de notre orgueilleuse rivale ! »

Pendant vingt ans, Pasteur avait eu ses plus tenaces adversaires en Allemagne et il les avait personnelle-

ment vaincus ; mais, sachant combien nous étions mal outillés et combien étaient faibles les ressources de notre enseignement supérieur, il voyait, dans les victoires de nos ennemis, un effet de leur belle organisation scientifique. La science allemande venait de prendre sa revanche. Il faut lui rendre cette justice qu'il avait déjà jeté de nombreux cris d'alarme, appelant sans cesse l'attention des pouvoirs publics sur les défauts, sur l'insuffisance de notre installation ; mais nos désastres le rendent éloquent. Cette fois, il sera entendu : Paris bâtira une nouvelle Sorbonne et nos principales villes de province donneront toute l'ampleur nécessaire à leurs établissements d'instruction supérieure. Ce ne sera pas en vain qu'il se sera écrié :

« O ma patrie ! toi qui as tenu pendant si longtemps le sceptre de la pensée, pourquoi t'être désintéressée de ses plus nobles créations ? Elles sont le flambeau divin qui illumine le monde, la source vive de tous les grands sentiments, le contre-poids à l'entraînement vers les jouissances matérielles. »

« La barbarie native et le farouche orgueil de tes ennemis en ont fait un instrument de haine, de dévastation, de carnage. Entre tes mains, elle eussent été la lumière de l'humanité, et, au moment du péril suprême, tu aurais vu apparaître, sous leur inspiration, des organisateurs comme Carnot et des capitaines plus habiles encore que les lieutenants de Bonaparte ! (1) .»

Rentré à Paris après la guerre, Pasteur, obéissant à une pensée patriotique, entreprend ses études sur la

(1) Extrait d'une brochure *Quelques réflexions sur la science en France*, par M. L. Pasteur, membre de l'Institut, imprimé chez Gauthier-Villars.

bière ; il veut que la bière française rivalise avec la bière allemande et il réussit. Il améliore les procédés de fabrication ; il enseigne ce qu'en son honneur on a appelé la *pasteurisation* et qui consiste à chauffer le liquide après sa mise en bouteilles pour empêcher sa transformation en un liquide acide, amer ou putride ; non seulement il guérit les maladies de la bière, mais il indique les moyens de la fabriquer dans des conditions de pureté exceptionnelle.

C'est en terminant ses études sur la bière que Pasteur posa les principes relatifs à l'étiologie des maladies contagieuses, principes qui vont être de sa part l'objet des plus belles applications. Le 30 avril 1877, il lit à l'Académie des sciences une note établissant que le bacille (bactérie, bactéridie, filament ou bâtonnet) découvert par Davaine et Royer, en 1850, est l'unique agent de la maladie du *charbon*. Il découvre en même temps la cause d'une seconde maladie, la *septicémie*, inoculable comme la *fièvre charbonneuse*, aussi foudroyante qu'elle. La doctrine du parasitisme est établie. Il n'y a pas plus de maladies spontanées que de générations spontanées.

En étudiant le *choléra des poules*, Pasteur découvre la théorie scientifique de la vaccination.

Par des cultures successives, dans un milieu artificiel, il réussit à atténuer les virus, et, par l'inoculation de ces virus, il donne l'immunité. C'est la découverte scientifique la plus importante qui ait encore été faite, et Pasteur l'applique immédiatement au charbon, ce qui contribue dans une vaste proportion à accroître la richesse du pays. Aussi, à titre de récompense nationale, les pouvoirs publics lui accordent une pension annuelle de vingt-cinq mille francs.

« Ce n'est pas tout, a pu dire l'illustre savant Berthelot, dans un éloquent article nécrologique consacré à Pasteur, ces procédés ne sont pas fondés sur des artifices exceptionnels ; ils procèdent d'une méthode générale d'une fécondité extrême, et dont les applications aux autres maladies se multiplient chaque jour : le virus, l'agent qui produit les maladies infectieuses, devient l'agent même qui les prévient, par une vaccination préalable. Cette transformation a lieu suivant des voies diverses, qui permettent à volonté d'en diminuer ou d'en renforcer l'énergie : l'un des moyens les plus étranges et les plus efficaces de ces atténuations et de ces renforcements consiste à faire passer l'agent virulent à travers des milieux de culture convenables, et spécialement à travers un organisme vivant. »

« Les liquides des êtres ainsi vaccinés acquièrent la propriété d'être eux-mêmes des vaccins et des agents préventifs. Enfin l'homme ou l'animal, qui a subi l'action du virus sans y succomber, obtient par là une immunité permanente ou temporaire contre la même maladie. »

« On peut aller plus loin encore et, suivant la même voie, arrêter le développement déjà commencé des maladies infectieuses, c'est-à-dire guérir le malade. C'est ici que le génie de Pasteur et de son école s'est développé dans toute son originalité : je veux parler de la guérison de la rage et de la diphtérie. »

« En 1881, le chirurgien Lannelongue appela l'attention de Pasteur sur le cas d'un enfant de l'hôpital Trousseau, qui venait de succomber à une attaque de rage. Le savant entreprit aussitôt l'étude du mode de propagation de cette épouvantable maladie, jusqu'a-

lors incurable. A l'aide des virus atténués, il réalisa d'abord la préservation chez les animaux indemnes. Puis, il passa de là, par une tentative audacieuse, à la guérison même des animaux déjà inoculés par la morsure, en essayant de faire agir le virus atténué, qu'il inoculait, à son tour, de façon à gagner de vitesse, dans sa propagation, le virus introduit au sein de l'organisme par l'animal enragé. Après quelques années d'essais, sûr de sa méthode, en 1885, dans le cas resté célèbre du berger Jupille, il osa en entreprendre l'application sur l'homme, et il réussit. Ce succès, suivi de plusieurs autres, le conduisit à proposer la création d'un Institut, destiné au traitement de la rage. »

« On sait comment l'enthousiasme public excité à la fois par les succès réalisés et par l'espoir des succès futurs, répondit à son appel : une souscription nationale lui apporta deux millions et demi, pour la fondation qu'il réclamait. Il l'organisa sur une grande échelle. Aujourd'hui, une centaine de personnes y viennent chaque jour réclamer le bienfait de ses inoculations protectrices. »

« Cependant Pasteur, suivant la marche constante qu'il avait adoptée dans le cours de sa carrière, regarda l'Institut qui porte son nom comme ayant une destination plus étendue que celle qui avait présidé à sa fondation. Il en élargit les cadres, de façon à les affecter aux recherches de la microbiologie générale, normale et pathologique, envisagée au point de vue de la science pure et de ses applications à l'hygiène et à la médecine. »

« Toute une pléiade de savants et de médecins français et étrangers s'est groupée autour de lui, pour

continuer et développer les recherches dont il avait donné le branle. »

« Un nouveau gage de leur fécondité a été fourni par cette belle découverte du docteur Roux sur la cure de la diphtérie, à l'aide des injections du sérum de cheval. Un cri d'espérance et d'admiration s'est élevé aussitôt dans la France entière, une nouvelle souscription, patronnée par le *Figaro*, a produit aussitôt un nouveau million, et des Instituts, à l'image de celui de Pasteur, se sont fondés de toutes parts pour propager les méthodes nouvelles et multiplier les découvertes futures, dont ces méthodes ont fourni le principe indéfiniment fécond. »

« Les hommes, en effet, paraissent souvent indifférents aux plus hautes manifestations de l'esprit dans l'ordre purement abstrait, parce qu'ils n'en comprennent pas la portée. Ils sont au contraire prompts à reconnaître et à proclamer les services rendus dans l'ordre des applications, ils y attachent cette gloire légitime, cette popularité dues au génie créateur des hommes tels que Pasteur, et aux bienfaits rendus par leur dévouement à l'humanité. »

Pasteur est mort le 28 septembre 1895. Selon l'expression de M. Berthelot, « une des grandes lumières du dix-neuvième siècle s'est éteinte ».

En tout temps et en raison même de leur portée, les travaux de Pasteur ont eu le privilège de soulever des controverses retentissantes. La théorie des fermentations a rencontré d'ardents contradicteurs en Allemagne, en France, et jusqu'au sein de l'Académie des sciences. On sait tout le bruit qui s'est fait à propos des générations spontanées. Plus tard, au dire de ses détracteurs, Pasteur, dans la question des vers à

soie, n'aurait donné que de fausses espérances. A propos des vaccins, la résistance a été plus vive encore. A quelles attaques ne s'est-on pas livré quand il s'est agi de la rage! Une partie du corps médical notamment est longtemps restée en fureur. Il fallait beaucoup de philosophie et de courage, il fallait surtout être sûr de soi-même et de sa méthode pour aller toujours de l'avant, en distribuant à droite et à gauche, comme le faisait notre rude franc-comtois, de forts coups de boutoir. Ses plus fougueux adversaires ont eu le bon esprit de cesser une inutile opposition. Il est entré vivant dans toute sa gloire, ayant, avant de mourir, la satisfaction de voir le public et les savants du monde entier se réunir dans une commune admiration.

Le portrait de Pasteur n'est pas à faire; tous les journaux illustrés ont reproduit ses traits énergiques et expressifs. Ses malades de la rue d'Ulm et de la rue Dutot ont connu l'exquise sensibilité de son âme. N'a-t-il pas eu pour chacun ce mot de consolation et d'espérance qui relève les plus faibles courages? Bon, doux, modeste, il ne devenait brusque, violent, altier, que lorsqu'il s'agissait de la grandeur de la science confondue dans son esprit avec la grandeur de la patrie. Quand on lui parlait de sa gloire, quand on lui rendait, par exemple, dans la petite ville de Dôle, ces honneurs si légitimement enthousiastes qui torturaient sa modestie, c'était sur ceux qui l'avaient élevé jadis, sur ses humbles parents de la tannerie du village que Pasteur aimait à reporter ces honneurs. Témoin les paroles qu'il prononça comme une sorte de testament lors de sa dernière excursion au pays natal :

« Oh! mon père et ma mère! s'écria-t-il devant la

municipalité réunie pour fêter sa venue; oh! mes chers disparus, qui avez si modestement vécu dans cette petite maison, c'est à vous que je dois tout! Tes enthousiasmes, ma vaillante mère, tu les as fait passer en moi. Si j'ai toujours associé la grandeur de la science à la grandeur de la patrie, c'est que j'étais imprégné des sentiments que tu m'avais inspirés. Et toi, mon cher père, dont la vie fut aussi rude que ton rude métier, tu m'as montré ce que peut faire la patience dans les longs efforts. C'est à toi que je dois la ténacité dans le travail quotidien. Non seulement tu avais les qualités persévérantes qui font les vies utiles, mais tu avais aussi l'admiration des grands hommes et des grandes choses. Regarder en haut, apprendre au delà, chercher à s'élever toujours, voilà ce que tu m'as enseigné. Je te vois encore, après ta journée de labeur, lisant le soir quelque récit de bataille qui te rappelait l'époque glorieuse dont tu avais été le témoin. En m'apprenant à lire, tu avais le souci de m'apprendre la grandeur de la France. »

« Soyez bénis, l'un et l'autre, mes chers parents, pour ce que vous avez été, et laissez-moi vous reporter l'hommage fait à cette maison. »

Voilà pour sa modestie. Pour sa délicatesse et sa bonté, on a dû faire la remarque qu'à l'Institut de la rue Dutot, où il fut solennellement installé à la fin de l'année 1888, Pasteur n'osa pas, tant était excessive sa délicatesse, conserver auprès de lui M. et Mme René Vallery-Radot et ses deux petits-enfants, la jeune Camille et le jeune Louis Vallery-Radot. Malgré l'adoration qu'il avait pour eux, il pensait que les subventions attribuées par l'Etat et les particuliers à l'entretien de son domicile personnel ne devaient profiter à

aucun des siens pour une parcelle quelconque! Et c'est pour cette raison que chaque soir, après avoir égayé pendant la journée le repos de ce grand chercheur, les deux petits êtres qui résumaient pour lui tout l'avenir familial regagnaient tristement la demeure de la rue de Grenelle, souhaitant le retour rapide de l'été qui les réunissait enfin plus complètement grands et petits, pendant quelques mois, dans la maison de Villeneuve-l'Etang, près de la station de Garches.

L'existence du savant fut partagée entre ces trois villégiatures : Arbois, où il fit construire, adossée à la maison paternelle, une autre maison presque aussi simple, affectée à un laboratoire; Villeneuve-l'Etang, qu'il avait transformé en vastes écuries depuis la souscription du *Figaro* pour le vaccin du croup, et où cent chevaux provenant des dons de ses lecteurs approvisionnent quotidiennement de sérum la France entière; enfin la rue Dutot où les disciples, autour du Maître, étudient, pratiquent et agrandissent les infinies découvertes nées de son merveilleux cerveau, donnant au Maître de nouvelles joies par leurs nouvelles gloires. La dernière joie de cette âme si noble, de ce cœur si haut, aura été le vaccin du croup tel que l'a établi M. Roux. L'empressement et la générosité des lecteurs du *Figaro* l'ont centuplée et, l'âme tout attendrie, il remercia en ces termes :

« Monsieur le Rédacteur en chef,

« Vous avez proclamé l'immense service rendu par mon cher collaborateur M. Roux; vous avez demandé aux mères de contribuer à la diffusion d'une méthode

qui arrachera à la mort des milliers d'enfants. Non seulement votre appel a été entendu, mais, par une idée infiniment touchante, ce sont surtout les enfants qui ont été mis en tête des souscripteurs. Ils entrent dans la vie en faisant le bien. Des parents en deuil ont invoqué le souvenir d'enfants qu'ils ont perdus, pour sauver d'autres existences. De toutes parts, on s'est associé aux sentiments pleins de solidarité et, pour tout dire d'un mot, de bonté que vous avez provoqués dans la presse et le public.

« Je vous remercie, plus que je ne saurais dire, au nom de tous mes collaborateurs qui travaillent à la fois pour la science, la patrie et l'humanité.

« Veuillez agréer, Monsieur le Rédacteur en chef, les assurances de ma haute considération.

« L. Pasteur. »

La souscription n'en était encore qu'à cinq cent mille francs. Quand elle eut atteint le million, il fit appeler M. Gaston Calmette, le promoteur de l'idée, le chargea de remercier encore les directeurs et les lecteurs du journal, puis lui remit une médaille en argent où son visage apparaissait avec son exquise douceur et sa grande bonté.

Citons enfin l'un des discours où Pasteur, se dépeignant lui-même, explique les deux aspects sous lesquels il est apparu : tantôt doux, bon, d'humeur facile; tantôt bourru, farouche et même violent.

Le *Stanley-Club* avait offert à l'Hôtel Continental, un banquet en l'honneur de notre glorieux biologiste. Ce banquet, qui comptait environ cent vingt convives, était présidé par M. Mac-Léan, ministre des Etats-Unis d'Amérique, à Paris.

Au nombre des convives se trouvaient, outre les principales notabilités américaines, MM. Ferdinand de Lesseps, Vignaud, premier secrétaire de la légation des Etats-Unis, docteur Ricord, docteur Granger, Torres-Caicedo, ministre de Salvador, Herbette, directeur du personnel au ministère des affaires étrangères, Cernuschi, Campbell Clarke, docteur Mar-Gavin, etc., etc.

Pasteur portait en sautoir le grand cordon de la Légion d'honneur.

Au dessert, plusieurs discours ont été prononcés. Voici un passage de celui de M. Mac-Léan :

..... Entre toutes les merveilleuses découvertes de ce siècle étonnant dont les savants auraient passé, il n'y a pas bien longtemps encore, pour des sorciers, il n'en est guère, monsieur, qui aient remué le monde plus profondément que celle par laquelle vous avez arrêté à sa source la plus hideuse des maladies qui puissent atteindre l'homme.

Avec ce désintéressement qui est un des caractères de votre pays et qui est la marque particulière de l'enseignement français, vous avez ouvert votre laboratoire à tous ceux que menaçait l'horrible mal dont vous avez surpris le secret et vous les avez arrachés à une mort épouvantable.

Les Américains, monsieur, qui vous doivent plusieurs de ces résurrections et qui vous en devront d'autres, ont voulu vous donner un témoignage de leur reconnaissance pour vos bienfaits et de leur admiration pour de grands travaux que relève un grand caractère; c'est l'objet de notre présence, ici, ce soir...

Pasteur prenant ensuite la parole dit:

Monsieur le ministre, Messieurs,

« Je vous remercie cordialement du grand honneur que vous m'avez fait en m'invitant à prendre part à ce banquet qui réunit l'élite des sociétés américaine et anglaise présentes à Paris.

Mais je suis confus de l'indulgence de vos paroles.

Votre peuple, monsieur le ministre, a le respect et la curiosité de la personnalité. Permettez-moi donc de me confesser à vous, sur un point de ma nature.

Les éloges m'inspirent toujours une grande humilité. Quand on loue mes travaux, je ne vois plus que leur insuffisance, j'en cherche les lacunes. Je voudrais — mais la brièveté de la vie, hélas! s'y oppose — les reprendre tous un à un, les contrôler et les étendre.

De cette disposition d'esprit, il résulte que dans les commentaires, dans les observations bienveillantes, acerbes parfois qui suivent les communications aux académies scientifiques, je me porte d'instinct vers les critiques, sans me préoccuper des éloges. Je suis pénétré de reconnaissance pour ceux qui m'ont donné un bon avis, un doute auquel je n'avais pas pensé, et je m'efforce d'en profiter dans des travaux ultérieurs.

Mais il y a en moi, si je puis ainsi dire, un autre moi-même.

Lorsque je crois avoir épuisé toutes les combinaisons expérimentales et que je me sens en possession d'une vérité démontrée, je passe pour être dur dans la discussion.

Si l'on me juge sur ma première manière, je passe volontiers pour être un homme d'humeur facile; si l'on

ne donne attention qu'à la seconde, j'apparais comme un homme d'humeur farouche, violente même, si l'on veut.

Témoin cette scène récente à mon laboratoire devant une personne qui voulait discuter ma méthode de prophylaxie de la rage pour masquer une étrange aventure.

« Je ne suis plus, lui dis-je, au mois d'octobre et de novembre 1885. » A cette époque, en effet, j'étais l'homme timide, inquiet, préoccupé, ne dormant pas, ayant chaque nuit des cauchemars de la rage.

Au mois de mars dernier, tout était changé. J'avais des preuves de ma méthode et je pouvais parler haut et ferme.

C'est que la science est bien différente de la politique, par exemple.

La vérité scientifique acquise défie la contradiction.

Que m'importent toutes les injures des anti vaccinateurs, anti-vivisectionnistes, etc...? Je ne donne à leurs craintes intéressées aucune attention. Que m'importent les insinuations, les temporisations, les jalousies, peut-être, des grandes ou des petites gazettes?

La sagesse est d'attendre, disent-elles. Soit ; moi aussi, j'attends, mais avec confiance. Je crains que beaucoup attendent avec l'espoir mal dissimulé d'un insuccès.

Mais toutes les nations ne se ressemblent pas.

Vous, messieurs, gentlemen de l'Amérique du Nord, vous avez eu confiance. Vous avez compris et vous vous êtes souvenus que depuis plus de cinq années que j'étudiais la rage, avec l'aide de collaborateurs dévoués, j'avais d'abord rendu réfractaires

à la rage de nombreux chiens, et que je n'avais eu la hardiesse de m'adresser à l'homme mordu qu'après avoir expérimenté avec succès sur des animaux.

Libres de préjugés de races, amis du progrès et allant à lui d'où qu'il vienne, vous n'avez pas hésité à envoyer à Paris les enfants de New-York.

Et vous avez aujourd'hui, non seulement un hospice Pasteur à New-York, mais un citoyen, m'a-t-on dit, qui porte le nom de Patrick-Pasteur Ryan.

Le sentiment personnel, que je dénonçais tout à l'heure, d'une grande humilité inspirée par d'indulgents éloges, me fait encore désirer de pouvoir vous remercier de votre bienveillance par l'annonce d'un progrès nouveau.

Que se passe-t-il dans les inoculations successives ?

Quand on se rapporte à la vaccination contre le charbon et les autres vaccinations déjà acquises, conséquences de la découverte née dans mon laboratoire des virus atténués, et qu'on les met, ces vaccinations, en regard de la pratique nouvelle, on est porté à croire que l'état réfractaire à la rage est produit par des virus de virulence graduée. Il n'en est rien. Le virus virulent des liquides préservateurs de la rage est accompagné d'une matière non virulente qui détermine l'état réfractaire.

Les preuves de cette opinion abondent. Je ne veux vous en donner ici qu'une seule, c'est que l'état réfractaire peut résulter d'inoculations successives, chacune non virulente, grand fait qui pourra devenir dans l'application de la nouvelle méthode de prophylaxie de la rage un progrès essentiel et ouvrir la voie la plus féconde à la prophylaxie d'autres maladies virulentes.

Je suis heureux de pouvoir par cette nouvelle scientifique déjà pressentie dans ma lecture du 26 octobre 1885, et que je puis confirmer aujourd'hui, vous remercier, comme vous en êtes dignes et comme cela me convient à moi-même, homme d'étude et de marche en avant, autant que mes forces me le permettent.

Laissez-moi boire à l'union pacifique et scientifique de nos deux nations, autrefois déjà sœurs unies sur les champs de bataille de la liberté. »

Ces dernières paroles ont été couvertes d'applaudissements répétés.

On se souvient du solennel hommage que la France rendait en 1892 à l'illustre savant.

Dans une imposante cérémonie à la Sorbonne, le Gouvernement, s'associant aux hommages du monde savant français, le conseil municipal de Paris et de nombreux délégués étrangers venaient attester par leur présence de l'admiration qu'avait excitée le maître dans le monde entier. Ce n'était pas seulement, comme le lui disait M. Joseph Bertrand, l'illustre savant que l'on fêtait, mais aussi le bienfaiteur de l'humanité.

C'est au bras de Carnot, président de la République, que Pasteur pénétrait dans l'amphithéâtre, salué par les applaudissements enthousiastes des assistants, et c'est en ce jour qu'il recevait du président de l'Académie des sciences la grande médaille d'or, produit de la souscription internationale que la Science et l'Humanité reconnaissantes lui décernaient à l'occasion de ses soixante-dix ans.

La fin de Pasteur a été aussi paisible que sa vie

avait été familiale et c'est au milieu des siens qu'il s'est éteint.

Des accidents d'urémie précédemment conjurés ayant reparu, on fut inquiet autour de lui. Ses parents, ses élèves, ses amis accoururent. Il y eut quelques alternatives, mais visiblement la crise fatale approchait. Au bout de huit jours, le cas se compliquait d'un peu d'albuminurie et le cœur faiblissait. Le malade eut lui-même conscience de son état et il réclama son fils. On télégraphia immédiatement à M. Jean-Baptiste Pasteur, en ce moment à Saint-Sébastien où il était chargé des affaires de France auprès de la reine-régente. C'était déjà trop tard. Bientôt Pasteur ne reconnaissait plus personne et l'agonie commençait ; le lendemain 28 septembre 1895, le grand homme était mort.

On plaça, selon sa foi, un crucifix dans ses mains blanches et Mme Pasteur, dont le courage surhumain ne s'était pas démenti un seul instant, lui ferma les yeux.

PASTEUR

ET

SES ÉLÈVES

CHAPITRE PREMIER

Premiers travaux de Pasteur. — Découverte de l'acide lévotartrique et des lévotartrates. — Première apparition des microbes.

Pasteur venait d'être reçu à l'agrégation des sciences physiques. Comme ses camarades, il devait aller professer en province. Le ministère venait même de le désigner pour une chaire du lycée de Tournon, quand intervint M. Balard qui lui fit obtenir une nomination de préparateur à l'École normale supérieure.

Ce fut une circonstance heureuse, car notre apprenti savant allait pouvoir conserver ses relations avec les maîtres de la science, s'initier de plus en plus à leurs pensées et s'adonner à sa passion pour le travail de laboratoire. Les théories chimiques n'avaient à ses yeux de valeur bien réelle que lorsqu'elles étaient corroborées par les

faits. Il était heureux en songeant qu'il allait manipuler tout à son aise.

Après l'agrégation, il fallait le doctorat. Sur quoi allaient porter ses premières recherches ? Le choix d'un sujet de thèse est toujours une affaire délicate. On tâtonne quelquefois. Lui n'hésita pas : il entreprit immédiatement les études cristallographiques qui mirent si tôt en relief ses hautes facultés intellectuelles.

La plupart des substances prennent des formes géométriques quand elles passent de l'état gazeux ou liquide à l'état solide avec assez de lenteur pour permettre à leurs molécules de prendre leurs positions naturelles. De plus, chaque corps prend une forme qui lui est propre et qui devient le signe de son individualité.

Heureusement que les cristaux, aussi nombreux que les substances, peuvent être tous rapportés à quelques types et rangés dans six groupes que l'on appelle systèmes cristallins. Le cube est le type du premier système ou système régulier.

On comprend qu'en modifiant ensemble et de la même manière les arêtes ou les angles du cube (dé à jouer), en substituant, par exemple, des faces aux angles ou aux arêtes, on arrive à un grand nombre de formes appartenant toutes au même groupe. Citons, comme exemple, le diamant, qui prend ordinairement la forme d'un octaèdre régulier, celle même qu'affecte le *Régent*, gemme splendide, pesant 137 carats ou 28 gr.,

085, appartenant à la France et d'une valeur approximative de douze millions. Le grenat cristallise également dans le système régulier, mais il prend une forme dérivée plus complexe.

En opérant de même dans les autres systèmes, on passe également du type aux formes secondaires, qui varient surtout par les angles que les faces font entre elles, ce qui explique le soin avec lequel les savants, intéressés à connaître les formes des différents corps, s'appliquent à mesurer les angles de tous les cristaux.

Maintenant, si au lieu de modifier ensemble toutes les arêtes ou tous les angles, on ne modifie, en alternant, que la moitié de ces éléments géométriquement semblables, on arrive dans les divers systèmes, à la catégorie des formes « hémiédriques », formes qui existent dans la nature, et que le minéralogiste comme le chimiste, ont eu l'occasion d'observer souvent.

C'est sous l'une de ces formes qu'apparaissent « l'acide tartrique et les tartrates », premier objet des travaux de Pasteur.

On prépare l'acide tartrique avec la crème de tartre ou bitartrate de potasse, qui abonde dans les fruits acides et notamment dans le jus de raisin où il forme peu à peu un dépôt connu sous le nom de « tartre brut ».

De tout temps, l'acide tartrique, qui entre dans la constitution des émétiques, a été considéré comme l'un des corps les plus importants de la chimie organique. Aussi a-t-il été l'objet de nom-

breux travaux. Nous ne citerons ici que ceux qui ont rapport aux premières découvertes de Pasteur.

Karstner, de Thann, en traitant les tartres déposés par le vin des Vosges, produisit, par hasard, en 1819, un acide ayant la même composition que l'acide tartrique et que l'on désigne sous le nom d'acide « racémique ou paratartrique ».

D'après Biot, l'acide paratartrique et les paratartrates étaient inactifs sur la lumière polarisée, tandis que l'acide tartrique et les tartrates étaient « dextrogyres ». On sait ce qu'il faut entendre par là : on appelle lumière polarisée un rayon lumineux qui, par suite de sa réflexion sous un certain angle sur une surface de verre, acquiert la propriété de s'éteindre toutes les fois qu'on le fait de nouveau se réfléchir ou se réfracter dans des conditions telles que, s'il n'était pas modifié, il passerait dans un plan perpendiculaire à celui dans lequel il est déjà. Considérant ensuite un de ces rayons éteints, on peut le faire reparaître en lui faisant traverser un tube plein de certaines dissolutions, une dissolution d'acide tartrique, par exemple ; mais alors il suffit de faire tourner l'analyseur de quelques degrés à droite pour éteindre de nouveau le rayon, ce que l'on exprime en disant que l'acide tartrique dévie le plan de polarisation à droite ou est « dextrogyre ». D'autres substances le déviant à gauche sont « lévogyres ».

En 1844, Mitscherlich, célèbre minéralogiste

allemand, annonça par une note à l'Académie des sciences que le paratartrate de soude et d'ammoniaque, tout en ayant la même composition chimique, la même forme cristalline avec les mêmes angles, le même poids spécifique et la même double réfraction que le tartrate correspondant, était sans action sur la lumière polarisée, tandis que le tartrate déviait le plan à droite. C'était une confirmation de ce qu'avait dit Biot. Mais, Pasteur ayant eu connaissance de cette note n'en fut pas moins convaincu qu'il y avait là une grande erreur à rectifier.

Herschel avait déjà reconnu, en étudiant le cristal de roche, qu'il y a une relation entre la déviation du plan de la lumière polarisée et la forme hémiédrique d'un cristal. Aussi, notre apprenti savant, très instruit déjà et tout pénétré de l'enseignement de Delafosse, son professeur à l'Ecole, sur la forme et l'arrangement probable des molécules dans les cristaux hémiédriques, se mit aussitôt à l'œuvre, se proposant en premier lieu de vérifier le beau mémoire que de la Provostaye venait de publier sur les formes cristallines de l'acide tartrique et de ses différents sels.

C'est alors que les découvertes succédèrent aux découvertes.

Il remarqua d'abord qu'un fait très intéressant avait échappé à l'illustre physicien dont il suivait le travail, et que les cristaux de l'acide tartrique et des tartrates appartenaient tous à une forme hémiédrique spéciale. Il la désigna sous le nom

d'hémiédrie « non superposable », ce qui signifiait que, placée devant une glace, la forme hémiédrique de l'acide tartrique produisait une image qui ne pouvait coïncider avec elle. Sa forme et son image étaient comme la main droite et la main gauche qui ne peuvent se superposer.

Pasteur, préparant alors le paratartrate de soude et d'ammoniaque dont avait parlé Mitscherlich et qui était sans action sur la lumière polarisée, s'attendait à lui trouver simplement une forme superposable. Il se serait ainsi expliqué la note de ce savant : pas de dissymétrie, pas d'action optique.

Il trouva mieux. Tous les cristaux de ce sel furent hémiédriques non superposables, mais les uns dans un sens et les autres dans l'autre, si bien que l'image de l'un coïncidait avec la forme de l'autre. Par le fait, il avait découvert un nouveau corps, l'acide tartrique gauche ou lévogyre et toute une série de sels déviant le plan de polarisation à gauche.

Quant à l'acide paratartrique, ce n'était que la réunion des acides dextro et lévotartriques, dont les actions sur la lumière polarisée se neutralisaient.

Mais ces deux acides ainsi réunis, il fallait les séparer, il fallait isoler l'acide tartrique gauche. Pasteur y parvint de diverses façons ; or, son mode de séparation le plus intéressant et le plus original consista dans l'action d'un petit champignon, d'un « *Microbe*, » le « *Penicillium glaucum*, » qui s'atta-

quant spécialement à l'acide droit et à ses sels, laissait l'acide gauche et les lévotartrates intacts.

Je n'oublierai jamais l'émotion que me causa la lecture de ce nouveau et singulier procédé d'analyse chimique.

Les travaux de laboratoire allaient ressembler à la chasse au lapin ; entre les mains du chimiste, le microbe allait jouer le même rôle que le furet sous la direction du chasseur. Deux corps étant combinés ou simplement masqués l'un par l'autre, vite, un microbe pour les découvrir, ou une légion de microbes pour détruire l'un des deux corps et isoler l'autre.

Ainsi Pasteur n'a que vingt-cinq ans ; il débute et il étonne l'Académie des sciences par la portée de ses vues et l'originalité de ses expériences. Il vient de mettre en défaut les observations d'un physicien habile, de la Provostaye, mort depuis peu, et des deux illustres savants Biot et Mitscherlich. Or, il s'agit d'une question importante, du rapport existant entre la forme cristalline ou la structure moléculaire des corps avec leurs propriétés générales, et surtout avec leur action sur la lumière polarisée.

De cette étude remarquable sur l'acide tartrique et les tartrates pouvait résulter une distinction fondamentale entre les substances minérales et les substances organiques.

Comme on comprend que Pasteur ait quelquefois regretté de ne pouvoir continuer ses premiers

travaux! Il avait découvert une véritable mine; il ne restait qu'à l'exploiter.

Les circonstances en décidèrent autrement et il dut s'occuper exclusivement de microbiologie. Personne, je crois, ne s'en plaindra, car, si son beau travail sur les tartrates faisait de belles promesses, l'étude des microbes les a bien tenues.

Notons, en passant, que Biot, l'un des membres les plus influents de l'Académie des sciences, qui avait accueilli d'abord avec quelques marques d'incrédulités les premières communications du jeune savant, devint, après l'avoir vu et lui avoir fait répéter les expériences en sa présence, son ami et son admirateur le plus enthousiaste. Il le mit en rapport avec Mitscherlich, qui, malgré son visible désappointement, adressa de chaudes félicitations à Pasteur. Dans une époque où la vie semble n'être qu'un écrasement général, il n'est peut-être pas inutile de rappeler la générosité de ces deux vénérables vieillards.

Comme ils aimaient la science avant tout, ils ne tarissaient point d'éloges sur le compte de leur jeune contradicteur, et celui-ci leur dut en grande partie sa réputation et son avancement rapide.

CHAPITRE II

Généralités sur les microbes. — Leur taille comparée à celle des autres êtres vivants. — Formes, noms, mode d'existences, reproduction, culture des microbes. — Les microorganismes avant Pasteur. — Progrès accomplis.

Le mot *microbe* a été formé par la contraction de deux mots grecs, *petit*, *vie* (1).

Les microbes sont, en effet, des êtres vivants. Ils se nourrissent et se reproduisent. Quand on les observe au microscope, on reconnaît même que certains d'entre eux jouissent d'une remarquable agilité, ce qui devrait les faire ranger dans le règne animal. Mais, comme par une suite ininterrompue de gradations insensibles ils se rattachent aux moisissures et aux algues, on les considère généralement comme des végétaux. On « ensemence », on « cultive » les microbes.

Ils sont petits : leur diamètre a été mesuré : il n'est guère que d'un millième de millimètre, de telle sorte qu'il en faut un milliard ou mille millions pour faire un millimètre cube.

Comparés à un moucheron, ils sont comme un hanneton par rapport à un éléphant.

Si les Pensées de Pascal ne nous revenaient en

(1) Introduit dans la science par Sédillot en 1878, ce mot a été approuvé par Littré et adopté par Pasteur.

mémoire, nous ne les dirions pas seulement petits, mais infiniment petits. On sait qu'après avoir fait contempler la nature entière dans sa haute et pleine majesté, après avoir donné une idée de l'infiniment grand par l'admirable comparaison de l'univers à une sphère infinie, dont le centre est partout et la circonférence nulle part, Pascal ajoute : « Qu'est-ce qu'un homme (Nous dirons : qu'est-ce qu'un microbe) dans l'infini? Qui peut le comprendre? Qu'un ciron, par exemple, offre dans la petitesse de son corps, des parties incomparablement plus petites, des jambes avec des jointures, des veines dans ces jambes, du sang dans ces veines, des humeurs dans ce sang, des gouttes dans ces humeurs. Que, divisant encore ces diverses choses, on épuise ses forces et ses conceptions. On pensera peut-être que c'est là l'extrême petitesse de la nature. Je veux faire voir là-dedans un abîme nouveau. »

« Je veux peindre, non seulement l'univers visible, mais encore tout ce qu'on est capable de concevoir, l'immensité de la nature dans l'enceinte de ce raccourci d'atome. Qu'on y voie une infinité d'univers, dont chacun a son firmament, ses planètes, sa terre, en la même proportion que le monde visible; dans cette terre des animaux, et enfin des cirons, dans lesquels on retrouvera ce que les premiers ont donné, trouvant encore dans les autres la même chose, sans fin et sans repos. Qu'on se perde dans ces merveilles... »

On s'y perd très certainement ; mais, à ce compte, les microbes sont des êtres d'une taille relativement considérable, et qui, en définitive, n'appartiennent qu'au monde immédiatement inférieur au nôtre, quand on suit les périodes par lesquelles Pascal nous fait graduellement descendre vers l'infiniment petit. Si nous ne les voyons pas à l'œil nu, c'est parce que nous sommes très bornés et que « nos sens n'aperçoivent rien d'extrême » ainsi que l'a dit encore Pascal.

Il est certain qu'on a des exemples d'une si grande divisibilité de la matière qu'en s'appuyant sur des faits connus, un microbe peut bien à son tour, représenter un monde. Ainsi, certaines matières colorantes sont si énergiques qu'un gramme suffit pour teindre dix mille litres d'eau en rouge. De chacun de ces litres on peut faire un million de gouttes contenant chacune une molécule de la substance, puisque la teinte y est encore sensible ; de telle sorte que, par sa simple dissolution, la première masse aura été subdivisée en plus de dix milliards de parties. Et ce qui dépasse encore ce résultat, c'est la divisibilité du musc, qui, pendant longtemps, peut parfumer des masses d'air considérables sans une perte appréciable de sa substance, puisqu'en le pesant avec la meilleure de nos balances on lui trouve exactement le même poids.

Comme l'homme est grand par son intelligence et mesquin par ses facultés physiques!

Tandis qu'il distingue à peine un ciron et qu'il ne peut voir un microbe, il a acquis de bonne heure la notion des infiniment grands et des infiniment petits de divers ordres, il l'a introduite dans ses calculs, il a créé l'analyse infinitésimale et s'en est servi pour suivre les astres dans leurs trajectoires, calculer le temps de leurs révolutions, prédire exactement leur retour et pénétrer de plus en plus la constitution de l'univers. C'est par l'analyse infinitésimale que Laplace, en partant du principe newtonien de la gravitation universelle, a pu déterminer les mouvements des centres de gravité des corps célestes, la figure de ces corps, les oscillations des fluides qui les recouvrent, rendre enfin compte de toutes les particularités inexpliquées des mouvements de la Lune, de Jupiter et de Saturne. C'est encore par le calcul infinitésimal que Leverrier a pu indiquer le point de l'espace où devait se trouver une nouvelle planète, qui effectivement y a été découverte.

Où en serions-nous si nous n'avions eu d'autres moyens d'investigation que l'usage de nos sens? Encore notre vue est-elle devenue singulièrement pénétrante grâce au génie de Galilée, qui nous a dotés de sa lunette, et à l'habileté des savants hollandais qui nous ont enseigné l'usage du microscope. Cet instrument est venu réhabiliter le grossier limon, dont, au dire des anciens philosophes, la terre était formée, et y découvrir des merveilles aussi surprenantes que celles dont les

astronomes avaient joui en sondant les profondeurs du ciel.

Malheureusement nos meilleurs microscopes ne vont guère qu'à un grossissement net de deux mille en diamètre et nous aurions besoin d'aller plus avant dans le sens de l'infinie petitesse.

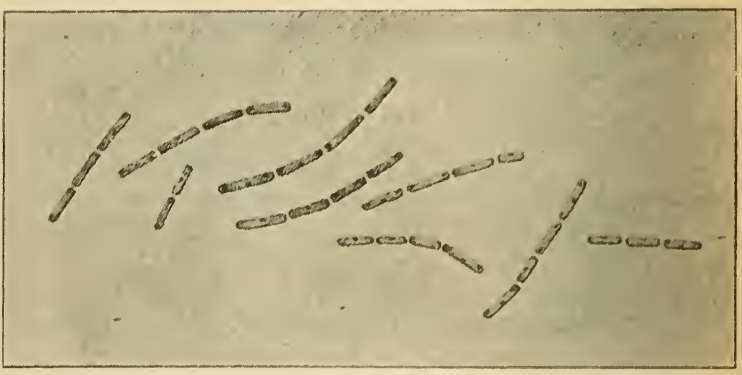
A peine distinguons-nous les microbes, qui forment le monde immédiatement inférieur au nôtre et il serait si utile, pour bien reconnaître les microbes eux-mêmes, d'aller au delà, et de voir, par exemple, comment la matière s'organise et par quelles modifications premières, les molécules minérales deviennent des molécules organiques ou des molécules vivantes. Et quel intérêt n'y aurait-il pas à descendre jusqu'à l'atome, à savoir si la matière est une ou complexe ? Ce sont autant de nébuleuses qu'un simple perfectionnement de notre outillage ferait peut-être aisément résoudre, mais qui, en attendant, prouvent l'égale impuissance de nos facultés physiques, quand nous dirigeons notre regard vers l'infiniment grand ou que nous voulons scruter les mystères de l'infiniment petit.

Ne désespérons pas cependant. Par la simple addition d'un robinet, la machine pneumatique a pu servir à faire le vide du vide, et M. Croockes a réalisé de belles expériences sur la matière radiante. Nous avançons et chaque jour amène un progrès nouveau ; aussi les microbes doivent, je crois, se hâter de faire leurs prouesses tandis qu'ils

peuvent se tenir dans une demi-obscurité. Soyez

Microbes ou microcoques de la pneumonie ou fluxion de poitrine contagieuse, d'après le Dr Hermann Fol.

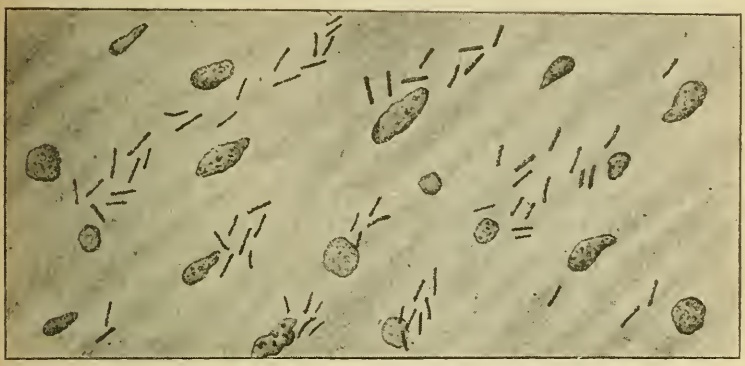
certain que la savante cohoret des Pastoriens saura



Microbes en forme de bâtonnets ou bactéries des fièvres intermittentes, d'après le Dr Hermann Fol.

les obliger à travailler au grand jour, les empêcher de nuire, utiliser leurs actions et leurs forces,

comme toutes celles de la nature, pour le plus grand bien de l'humanité.



Petite bactérie de la lèpre boréale dans une mucosité, d'après le dr Hermann Fol.

Tout est extraordinaire chez ces êtres infimes

Bacille ou microbe de la fièvre typhoïde.

qui, sous le nom de microbes, passionnent aujourd'hui l'opinion publique. S'ils naissent et se repro-

duisent comme des plantes, ils se meuvent comme des animaux.

Le meilleur microscope ne permet d'y distinguer aucun organe, sauf les cils vibratiles qui leur servent d'organes de locomotion.

En raison de leur analogie avec les moisissures et les algues, on les classe d'ordinaire parmi les végétaux, mais ils établissent certainement le passage entre le règne végétal et le règne animal, tenant à la fois de l'un et de l'autre.

Les microbes affectent trois formes générales : celle de petits bâtonnets ou « bactéries »; celle de billes ou « micrococques »; la forme de filaments très courts ou « bacilles » comme le bacille en virgule qui, selon le docteur Koch, engendrerait le choléra.

Un même microbe peut d'ailleurs affecter les trois formes; exemple, le « microbe du charbon ». Quand il vit dans un milieu favorable, il s'allonge en bâtonnets et prend le nom de « bactérie » ; en se subdivisant, il forme des « bacilles », et dès que le terrain, le liquide qui le nourrit est épuisé, il monte pour ainsi dire en graine et forme des « micrococques ou spores » (Voir le microbe du charbon page 130).

Ces trois formes générales en comprennent d'ailleurs un grand nombre de spéciales, la forme d'une aiguille, la forme ovale, la forme d'un 8 observée par Pasteur et qui résulte de la division d'un mi-

crococque en deux parties, la forme d'un chapelet ordinairement entourée d'une graine mucilagineuse, etc.

Les bactéries se mettent en mouvement grâce à un long fouet ondulant ou cil vibratile implanté à chaque bout du bâton et qui tourne comme l'hélice d'un navire. Certains microbes, connus sous le nom de « vibrions ou spirilles » et qui ont la forme de tire-bouchon, se meuvent de même très rapidement en tournant sur eux-mêmes. Quand leur longueur n'atteint pas celle d'une spore, ce sont de vrais bacilles en virgules. Les micrococques sont quelquefois mobiles; mais le plus souvent ils sont dépourvus de cils et ne peuvent se mouvoir.

La race des microbes est essentiellement féconde. La reproduction n'y est pas compliquée : chacun se partage en deux parties et les moitiés, qui grandissent très vite, se divisent à leur tour et, ainsi de suite, en progression géométrique. On a même pu s'assurer que ce n'est pas seulement en deux, mais en trois ou quatre fragments que se subdivisent quelquefois les bactéries, comme, par exemple, la bactéridie de la « fièvre charbonneuse ». Les termes de la progression s'accroissent alors avec plus de rapidité.

Supposons qu'on inocule dans le sang chaud d'un animal de grande taille une goutte de sang charbonneux contenant deux douzaines de bâtonnets, et nous ferons remarquer qu'il peut y en

avoir davantage; si nous admettons que chacun se divise en trois au bout de 3 heures, il s'en formera :

72 après 3 heures d'incubation;
216 après 6 heures;
648 après 9 heures,
1944 après 12 heures,
147,464 après 24 heures.
1,033,121,304 après 48 heures.

Ne comprend-on pas que, s'il s'agit d'un mi-

Culture des microbes ou spirilles des gencives de l'homme.

crobe malfaisant, ce qui est ici le cas, puisque les bactéridies charbonneuses disputent l'oxygène aux globules du sang, la fièvre doit s'allumer dès le premier jour et les événements se précipiter dans le second? On peut même affirmer que, l'inoculation faite, l'animal sain en apparence, porte en

lui le germe d'une mort prompte et certaine, car les bactéridies dont l'action grandit en proportion du nombre, c'est-à-dire d'une manière indéfinie, ont promptement raison des globules du sang si nombreux qu'ils soient eux-mêmes, et l'animal meurt asphyxié.

En supposant que chaque microbe ne se partagerait qu'en deux parties et chacune de celles-ci en deux autres, il suffirait de rappeler l'anecdote

Microbes ou bacilles de la fièvre typhoïde avec globules de sang tirés d'une rate humaine.

de l'échiquier pour saisir la rapidité avec laquelle a lieu leur multiplication :

Un sultan faisant sa partie d'échecs avec son grand vizir, celui-ci commit la double étourderie de le gagner et de demander pour prix de son gain le nombre de grains de riz nécessaires pour couvrir l'échiquier, plaçant 1 grain sur la première case, 2 sur la seconde, 4 sur la troisième et ainsi de suite,

en doublant pour chaque nouveau carré. Le sultan donna aussitôt l'ordre de le satisfaire; mais on trouva, tout compte fait, et après avoir couvert un certain nombre de cases, de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1,024 grains, que tous les greniers du royaume ne contenaient pas assez de riz pour acquitter cette dette de jeu ; aussi, plutôt que de manquer à sa parole impériale, le sultan se vit dans la nécessité de faire trancher la tête à son grand vizir.

Si, au lieu de demander du riz, le grand vizir s'était contenté de microbes, le sultan aurait pu le satisfaire aisément et lui en donner en aussi grand nombre qu'il l'aurait voulu, car, cette progression géométrique de l'échiquier est le prodige que les microbiologistes voient journellement s'accomplir sous leurs yeux.

Les microbes vivent à la manière des plus obscurs champignons, pompant leur nourriture par toute la surface de leur corps, s'imbibant de liquide comme les racines des plantes et les filaments des moisissures. Ils dégagent aussi, par toute leur surface, les produits de leur nutrition, produit souvent vénéneux qui, peut-être, sont la cause de beaucoup de maladies.

Ils ne sont pas verts comme la plupart des végétaux, et ils se passent fort bien de soleil.

Les uns sont « aérobies », c'est-à-dire ont besoin d'air pour vivre; les autres sont « anaérobies ». Ceux-ci se nourrissent, respirent et se multiplient aux dépens des liquides organiques, dont ils chan-

gent la nature, et ils agissent ainsi comme des ferments. On ensemence, on cultive les microbes dans le bouillon ordinaire, le bouillon de poule, une infusion de foin, etc. ; et l'on dit qu'un bouillon ou un liquide est stérilisé quand on en a tué tous les microbes et qu'il est maintenu à l'abri des germes de l'air. Une infusion stérilisée, introduite dans un ballon-Pasteur et séparée de l'atmosphère par une simple bourre de coton, se conserve indéfiniment sans fermentation et sans microbes ; mais il suffit, pour la faire fermenter, d'y introduire la pointe d'une aiguille préalablement trempée dans une culture de microbes ou dans le corps d'un animal atteint, par exemple, de la maladie du charbon.

On ensemence les liquides stérilisés avec telle espèce de microbes qu'on désire y voir pousser, et, à chaque espèce correspond une fermentation ou une décomposition différente.

Même dans des liquides différents, lait, bouillon, jus de raisin, un même microbe donne des produits ayant une grande analogie, et cela prouve que le genre de décomposition, de putréfaction ou de fermentation dépend avant tout de la nature du microbe, en second lieu seulement de la nature du liquide.

Ce fait général, mis en évidence par Pasteur, s'applique évidemment à la théorie des maladies contagieuses ; les microbes envahissent notre corps et le traitent comme du bouillon, du lait ou du vin.

Comme à chaque espèce correspond le genre de fermentation qui lui est propre, on peut affirmer que chaque microbe occasionne une maladie spéciale, ce qui n'exclut pas la possibilité d'une décomposition ou d'une maladie complexe due au développement simultané de plusieurs espèces de microbes.

Non seulement on connaît aujourd'hui les microbes qui engendrent un certain nombre de maladies, puisqu'en les cultivant on peut donner ces maladies à volonté, mais on est parvenu à les inoculer dans de telles conditions qu'elles produisent un effet de préservation analogue à la vaccine : exemple, le charbon ou sang de rate qu'au grand profit de l'agriculture on inocule maintenant aux animaux d'étable et de bergerie, de même qu'on vaccine l'homme pour le préserver de la petite vérole.

Par le génie de Pasteur, nous voilà donc en possession d'un monde nouveau, le monde si intéressant et jusque-là inexploré des microbes. Le succès de la souscription destinée à élever un hôpital pour l'étude spéciale des maladies virulentes, prouve que le public apprécie les services qu'a rendus l'illustre savant de la rue d'Ulm.

Sans doute, on ne connaît ni tous les microbes, ni toutes les maladies qu'ils occasionnent; encore moins est-on en mesure de les combattre tous avec succès et de les guérir toutes avec certitude.

Mais, au moment où l'Amérique, la Colombie, devrait-on dire, fut découverte, on n'en connais-

sait ni l'étendue ni les ressources. Cela diminue-t-il la gloire de Christophe Colomb?

En attribuant à Pasteur la gloire de nous avoir mis en possession du monde des microbes, nous n'entendons pas dire que les êtres microscopiques fussent absolument inconnus avant lui. Tout le monde sait que, depuis l'invention des lentilles grossissantes, des curieux, des savants, de vrais philosophes n'avaient cessé d'examiner l'eau, la terre, cette boue méprisable dont notre corps est formé, et d'y faire les découvertes les plus surprenantes. Les astronomes n'en avaient pas fait de plus belles, à l'aide du télescope, dans la substance pure, lumineuse, impondérable qui constitue les astres du firmament. Galilée, dirigeant vers les espaces célestes la lunette qu'il venait de construire de ses mains, n'éprouva pas une surprise plus grande que celle de Leuwenhœck analysant, à l'aide du microscope dont il était l'inventeur, soit un peu de poussière, soit une simple goutte d'eau. Si l'un put apercevoir une innombrable quantité d'étoiles ignorées jusque-là, l'autre se trouva en présence d'un nombre infini d'êtres vivants dont l'extrême petitesse n'avait pas permis de soupçonner l'existence.

Ce sera rester dans notre sujet que d'indiquer les principales découvertes dues aux devanciers de Pasteur. Ainsi, nous apprécierons mieux la portée de ses propres travaux et nous verrons que c'est

par leur netteté, leur précision et leur profondeur qu'a été créée une science nouvelle et utile entre toutes, la « chimie biologique ».

Leuwenhœck, qui vivait de 1632 à 1733, ayant construit un microscope d'une grande perfection, fit d'abord de curieuses observations sur les veines, les artères et les vaisseaux capillaires ; il étudia ensuite une poussière recueillie dans une gouttière et y constata l'existence d'un animalcule, le « rotifère des toits », qui, sous l'influence de la dessiccation, cesse bientôt de se mouvoir, perd sa forme et prend tout à fait l'aspect d'un cadavre, mais qui, après avoir été conservé ainsi très longtemps, possède encore la propriété de revenir à la vie, pour peu qu'on lui rende une gouttelette d'eau.

Needham (de 1713 à 1781) annonça que les anguillules du blé niellé ont la même propriété, et Spallanzani, qui enseignait il y a cent ans l'histoire naturelle à Pavie avec un grand éclat, la découvrit chez un nouvel être microscopique auquel il donna le nom de « tardigrade ».

Rotifères et tardigrades sont devenus célèbres depuis les expériences si bien faites et si bien décrites de Spallanzani sur la suspension de la vie par le dessèchement.

Leur organisation parut d'abord excessivement simple ; semblables à un peu de gelée animée, ils ne paraissaient se nourrir que par imbibition ; puis, leur corps ayant pu être grossi de plus en plus, on

a fini par y distinguer tous les détails d'une organisation très complexe.

Par exemple, les rotifères ont une forme allongée et se terminent antérieurement par deux petites couronnes de cils rentrant dans le corps ou se déployant extérieurement au gré de l'animal, et produisant, par leurs vibrations, l'effet de deux petites roues qui tournent rapidement sur leur axe, d'où le nom sous lequel on a désigné ces animalcules. Ces sortes de roues leur servent d'appareil de locomotion et leur permettent de nager avec une extrême rapidité. Ils sont munis à l'autre bout d'une queue articulée en forme de tenaille dont ils se servent pour se fixer aux corps sur lesquels ils veulent se reposer. Ils sont ovipares et les mâles, qui diffèrent assez notablement des femelles, ont une vie de plus courte durée. Par l'ensemble de leurs organes, ils avaient été placés avant les mollusques, c'est-à-dire à un rang assez élevé dans l'échelle zoologique.

C'est surtout à Ehrenberg qu'on doit l'étude détaillée et approfondie de ces êtres microscopiques, et, d'après lui, ce qui doit étonner ce n'est pas la simplicité, mais la complication de leur structure. Il a spécialement décrit « l'hydatine » animalcule qu'on rencontre dans les eaux stagnantes, dont le corps semi-transparent présente des traces sensibles de divisions annulaires, où l'on distingue un tube digestif, un système nerveux ganglionnaire, un grand nombre de muscles et dont les cils vi-

bratiles produisent des mouvements analogues à ceux que nous avons signalés chez les rotifères.

Parmi les espèces les plus remarquables, citons encore celles qu'on a désignées sous le nom de « foraminifères » et qui ont été particulièrement étudiées par Alc. d'Orbigny.

Un grand nombre d'entre elles vivent dans les mers des contrées chaudes, d'autres ont laissé dans l'écorce terrestre leur test ordinairement multiloculaire et percé de trous pour le passage de leurs filaments ou cils. Ces êtres infimes ont formé à eux seuls des couches épaisses de terrain calcaire et l'on prétend qu'après un ensevelissement de quelques millions d'années on peut encore en trouver de vivants aux points où l'eau peut pénétrer dans les profondeurs du sol.

On avait enfin découvert un grand nombre d'espèces ou de genres dans la classe des « infusoires » proprement dits. On entend par là des êtres qui se développent spécialement et abondamment dans l'eau contenant des débris organiques. Ils sont plus petits et leur organisation est plus simple que celle des animalcules précédents. Leur corps, de forme variable et quelquefois réduit à un point tourbillonnant, peut se colorer en rouge et donner un aspect sanguinolent à l'eau des étangs dans lesquels ils vivent. C'était les derniers termes de la série animale; on les avait appelés « monades ».

Ces divers organismes vivants, surtout les infu-

soires, servent évidemment de passage entre le règne animal et le règne végétal, se rattachant à l'un par la faculté de se mouvoir et à l'autre par la manière dont ils se nourrissent et se reproduisent.

Buffon, Needham et quelques autres naturalistes les voyant pulluler partout où se trouvaient des matières organiques en décomposition, crurent qu'ils naissaient spontanément de ces matières.

Voilà où l'on en était quand Pasteur fut amené à s'occuper des microbes.

Il est d'abord à remarquer que, trompés par les métamorphoses ou les formes diverses qu'affectent les mêmes individus, les savants avaient décrit deux, trois, quatre espèces quand, au fond, il n'y en avait qu'une, et c'est si vrai qu'encore aujourd'hui, après les recherches des quarante dernières années, les faits connus sont insuffisants pour une classification définitive.

Tout était donc à vérifier et à refaire. Quelle était l'organisation réelle de ces êtres, animaux ou végétaux, dont le diamètre n'allait pas au delà de quelques millièmes de millimètre ? Quelle était leur origine, leur genre d'existence, leur mode de reproduction, leur rôle dans la nature et, en particulier, dans le phénomène encore si obscur de la fermentation ou de la putréfaction des substances organiques ? Et quelle méthode suivre, quels appareils employer pour une étude aussi

complexe et aussi délicate? Que de difficultés à vaincre, que d'obscurités à éclaircir! Et cependant Pasteur a surmonté tous les obstacles et répondu à toutes les questions. Il n'a pas décrit toutes les espèces, il n'a point défini la nature et le rôle de chaque microbe. Cela ne peut être le travail d'un homme, quel que soit son génie; mais il a inventé une méthode, créé un outillage, fait la description, l'histoire complète d'un grand nombre d'organismes inférieurs, mis en évidence le rôle important qu'ils jouent dans la nature, rendu compte des fermentations, et complété son œuvre par d'admirables applications de ces découvertes et de ses théories. Il a créé une science, ouvert une grande voie, où toute une cohorte d'intelligents et infatigables chercheurs se sont engagés à sa suite et ont déjà produit de remarquables travaux.

On savait, il y a quarante ans, que de petits êtres doués de vie se développent en abondance dans l'eau contenant des débris de substances organiques, et le microscope avait révélé que leur corps, tantôt arrondi, tantôt allongé, le plus souvent recouvert de cils et animé d'un mouvement tourbillonnant, offrait dans son intérieur, de petites cavités qui paraissaient remplir les fonctions d'estomac. On n'allait pas au delà et on n'était même pas d'accord sur l'existence d'une

communication directe entre ces cavités et le dehors.

La boue, l'eau salée des étangs, l'eau des mares et celle des rivières offraient de nombreuses variétés de ces organismes, et l'on avait essayé de les grouper dans plusieurs genres. Ces tentatives de classification étaient évidemment prématurées, car les individus dont il s'agissait, à peine perceptibles, mal étudiés et mal définis, pouvaient présenter des formes différentes par l'effet de simples métamorphoses. Après les remarquables travaux de ces derniers temps, on n'est même pas en mesure de grouper rationnellement ces petits organismes. C'est qu'une bonne classification suit la science et ne saurait la précéder.

Nous allons toutefois montrer, en complétant nos généralités par des faits recueillis dans les Mémoires de Pasteur ou des savants qui, à sa suite, ont aussi étudié les microbes, combien sont considérables les progrès accomplis dans cette nouvelle branche de la science.

Il n'y en a pas, selon nous, de plus intéressants que ceux qui ont rapport aux divers modes de reproduction de ces petits êtres, moitié animaux, moitié végétaux, s'étendant de la monade, ce point tourbillonnant dont il a été précédemment question, au micrococcus le plus simple.

Nous placerons en tête ceux qu'ont si bien décrits MM. Dallinger et Drysdale à propos de la monade calycine. Cette monade consiste en une

sorte de cornet plein, un peu aplati sur les côtés, terminée à l'un de ses bouts par une pointe très effilée et à l'autre par une surface plane ayant en son centre quatre proéminences portant chacune un long cil vibratile ou « flagelle ». Ses mouvements sont vifs et gracieux. On y distingue un cœur qui bat régulièrement et ses dimensions ne dépassent pas 25 à 30 millièmes de millimètre.

On la voit s'arrondir, se développer, devenir molle et plastique; le mamelon qui porte les flagelles, se divise alors, et les deux moitiés, pourvues de deux cils seulement, s'écartent de plus en plus, poussées par un mouvement interne de la masse sarcodique; le nucléus se divise à son tour et bientôt on distingue deux infusoires, qui, faisant effort dans un sens opposé, ne restent unis que par un filament très délié. Le cœur dont on avait perdu la trace, réapparaît dans chacun des deux individus et leur séparation se fait définitivement. Pour se compléter, car ces monades n'ont encore que deux cils, elles s'arrêtent, fixent contre un obstacle l'extrémité libre de leurs flagelles et leur impriment un mouvement vibratoire rapide qui en opère le dédoublement dans un laps de deux minutes. Ce mode de reproduction a une durée de cinquante minutes environ, et il persiste pendant une longue suite de générations. Toutefois, à certain moment, cette reproduction asexuelle fait place à une sorte d'union sexuelle dans la-

quelle semble se renouveler la puissance vitale de l'espèce.

Comme précédemment, le phénomène est annoncé par l'aspect mou et plastique de la partie postérieure; le cœur bat d'un mouvement rythmique très rapide, le nucléus s'accroît considérablement et les diverses parties du corps émettent de nombreux et gros prolongements. Dans cet état, la monade continue à nager plusieurs heures, mais de plus en plus lentement, et elle finit par rester immobile. On dirait qu'à ce moment, elle dévore ou absorbe tout ce qui l'entoure, car elle grossit beaucoup et la masse liquide s'éclaircit autour d'elle. Elle reprend alors son mouvement, elle rampe ou elle nage jusqu'à la rencontre d'une autre monade dans une situation analogue. Aussitôt leurs corps se soudent et les deux êtres se mettent à nager de conserve : leur union devient si intime que leurs corps fondent pour ainsi dire l'un dans l'autre, que leurs cœurs se confondent et disparaissent, qu'on n'est en présence que d'une sorte de sac irrégulier.

Au bout de six heures, ce sac, qui s'est arrondi, lance dans toutes les directions d'innombrables petits corpuscules ou spores ovales et ceux-ci, en quelques nouvelles heures, se développent et forment autant de monades calycines complètes.

MM. Dallinger et Drysdale ont retrouvé ces deux moyens de reproduction dans toutes les monades qu'ils ont étudiées : dans la « cercomonade »,

où la scissiparité se produit en cinq ou six minutes; dans la « monade à crochet » qui, dans le second mode, produit non des spores, mais des êtres immédiatement semblables à leurs parents; dans la monade « uniflagellée », qui se reproduit d'abord par simple scissiparité, mais par fissiparité multiple, chaque scission donnant 50 à 60 êtres nouveaux, et qui donne aussi des spores; enfin dans la monade dite « biflagellée », qui posséderait un troisième mode de prolifération.

Il est à remarquer que cette forme sporique, par laquelle les microbes paraissent monter en graine quand ils ont à se préserver de quelque danger ou quand il y a lieu de fortifier l'espèce, a été signalée pour la première fois par Pasteur dans son beau mémoire de 1869 sur la maladie des vers à soie.

Les êtres que nous étudions servent de transition entre les animaux et les végétaux; ils tiennent des deux règnes; mais s'il fallait absolument assigner une place à chacun d'eux, on pourrait dire que les monades, à cause de la mobilité dont elles jouissent pendant toute la durée de leur vie, font partie du règne animal. Les moisissures, levûres, micodermes, torulas et micrococcus, n'ayant de mouvements propres dans aucune période de leur existence, devraient êtres classés dans le règne végétal.

Le mode de prolifération de ces derniers est généralement asexuel, qu'il ait lieu par scissiparité,

par fissiparité, par bourgeonnement ou par spores; mais, chez la plupart d'entre eux, on a pu reconnaître une sorte de reproduction sexuelle.

Le nom de « moisissures » ou de « mucédinées » sert à désigner des êtres à forme végétale, de quelques millimètres de hauteur, qui se développent par plaques ou par touffes à la surface des matières organiques en contact avec l'air. Leur « mycélium » ou partie végétative est formé de tubes plus ou moins rameux et de couleur variée, d'où s'élèvent, de distance en distance, des colonnettes grêles portant les spores asexuées. Un certain nombre d'espèces ne se distinguent même que par les dispositions de ces filaments fertiles ou sporifères.

L'une des plus répandues, le « Penicillium glaucum » qui, dans les premières expériences de Pasteur, a servi à séparer l'acide tartrique droit de l'acide tartrique gauche, forme des taches bleuâtres sur le bois humide, sur les confitures, sur le pain. Son filament sporifère est rameux, et chacune de ses branches porte à son extrémité deux, trois, quatre rameaux plus petits se subdivisant à leur tour en trois ou quatre ramuscules appelés « basides ». L'extrémité de la baside s'arrondit, s'étrangle et forme une sphérule, qui est une première spore: il s'en forme ensuite une seconde à côté de la première ; puis une troisième, et les filaments se terminent finalement par des espèces de chapelets qui, en s'égrenant, répandent la se-

mence du Penicillium ; un simple pied peut porter jusqu'à 10.000 spores ou germes.

Ce genre de sporification extérieure et par bipartition de la baside a fait donner le nom de « basidiospore » à tout un groupe de moisissures, dont fait partie « l'Aspergillus niger », qui pousse sur le pain mouillé de vinaigre, sur les tranches de citron et sur les marmelades acides. Son nom lui vient de ce que ses filaments sont simples comme des asperges naissantes et de ce qu'il passe du jaune au noir quand il fructifie. Nous aurons l'occasion d'en reparler, car M. Raulin, préparateur, élève de Pasteur, a fait à son sujet des découvertes d'une haute importance et qui suffiraient pour expliquer les effets de la vaccination.

A côté des basidiosporés se placent les « ascosporés », les « mucors », par exemple, où les spores se forment et se développent, non par segmentation des ramuscules, mais aux dépens du protoplasma de leur cellule terminale renflée appelée « asque au sporange », qui se détruit et disparaît quand elle a mûri et vidé ses spores ou germes quelquefois au nombre de 50,000 dans un seul sporange.

Ici se placent les très intéressantes observations de MM. Van Tieghem et Le Monnier. Ces savants ont vu, sur certains mucors, des spores se produire par la pénétration réciproque et comme par la fusion de deux masses protoplasmiques portées par deux filaments mycéliens distincts venant au

contact et serrant l'un contre l'autre leurs extrémités renflées. La surface de contact se résorbant entre les deux cellules, il en résulte une masse unique, qui grossit beaucoup. Cette sorte d'œuf ou oospore, placé après un certain temps dans une atmosphère humide, donne directement naissance sans mycélium, à des sporanges pareils à ceux que nous avons décrits et qui sont remplis de spores asexuées.

Des nodules ascophores ayant été également découvertes dans le Penicillium, on peut affirmer que les diverses espèces possèdent les deux modes de reproduction asexuée et sexuée.

Les mucors en présentent même un troisième, car ils peuvent donner naissance, dans leur mycélium, à une nouvelle espèce de spores par une condensation et une transformation locale du protoplasma. Ces spores sont mises en liberté par la destruction de la membrane qui les enveloppe et qui est celle du filament mycélien lui-même.

Les « levûres, les micodermes et les torulas » consistent dans les petites cellules arrondies ou oblongues qui se reproduisent ordinairement par bourgeonnement. Quand les globules restent unis, leurs générations s'allongent en chapelets quelquefois rameux. Ce sont des plantes qui n'ont ni mycélium ni organes de fructification distincts.

Certains faits permettent cependant de les rapprocher des ascosporés ; ainsi, M. Engel a constaté que, dans un milieu peu nutritif, les cellules gros-

sissent à la façon des sporanges et que leur protoplasma se condense dans trois ou quatre spores susceptibles de se reproduire plus tard par bourgeonnement.

Les levûres seules produisent la fermentation alcoolique, et les micodermes se distinguent jusqu'ici du dernier groupe en ce qu'ils vivent à la surface des liquides, comme le micoderme du vinaigre, tandis que les torulas se tiennent et vivent dans les profondeurs.

Les « micrococcus » consistent dans des granules ronds, immobiles, tantôt isolés, tantôt réunis par groupes de deux ou formant des chapelets non rameux. Ils sont plus petits que les levûres et de dimensions uniformes ; on l'explique par leur mode de reproduction, qui se fait par segmentation et non par bourgeonnement. Comme les levûres, ils peuvent vivre à la surface et dans la profondeur de leurs liquides nourriciers.

A ces faits, nous en joindrions beaucoup d'autres s'ils ne mettaient suffisamment en évidence le progrès des études inaugurées et poursuivies par Pasteur avec une intelligence et une volonté dignes de la plus haute admiration.

CHAPITRE III

De la fermentation. — Théories allemandes. — Théorie de Pasteur.

Le mot vin, de l'hébreu « *wine* » et le mot fermentation, du latin « *fervere* » signifient faire effervescence, se soulever, bouillir. Par le premier, les peuples de l'antiquité ont désigné le liquide produit par l'espèce de bouillonnement que subit le jus de certains fruits et spécialement du raisin. Le second, de date plus récente et de sens plus général, a servi à représenter le mouvement intestin qui paraît s'exciter de lui-même dans la masse de certains corps et qui change la nature de leurs parties constituantes. C'est ainsi que le nom de fermentation a pu être donné, non seulement à la vinification, à l'acétification et à la putréfaction, mais aux effervescences qui se produisent quand on fait agir des acides sur des terres ou des métaux, à la rancidité des huiles et au mouvement spontané par lequel les pyrites se transforment en sulfates.

La fabrication de la bière était connue des Egyptiens et celle du pain avec levain est également fort ancienne. Au lieu de faire lever la pâte du pain avec un peu de pâte aigrie, les Gaulois avaient, paraît-il, imaginé d'y introduire un peu de levûre

de bière ; le pain n'en était que plus léger et plus facile à digérer.

La fabrication du vin se perfectionnant de son côté, on inventa divers moyens d'empêcher l'acétification. Voilà à quelles notions pratiques se bornèrent pendant plusieurs siècles les connaissances sur les fermentations.

Paracelse (1493-1541) compara le premier, l'homme à un composé chimique dont les altérations constituent les maladies ; d'où l'utilité des médicaments chimiques pour combattre ces maladies efficacement.

Van Helmont (1577-1641) ayant distingué l'acide carbonique des autres gaz et découvert qu'il s'en dégage dans la fermentation des vins, dans la digestion, dans la putréfaction, ainsi que dans l'action des acides sur le calcaire, fit une première assimilation de ces phénomènes, et alla jusqu'à prétendre que toute modification de l'organisme, y compris la génération, provient d'un ferment.

Robert Boyle (1626-1691) exprime à son tour l'idée qu'un médecin ne s'expliquera bien les phénomènes pathologiques que par la connaissance des fermentations.

Beccher (1628-1685) distingue l'acétification de la fermentation propre qui est particulière aux moûts sucrés et aux plantes, comme l'orge germé, dans lesquelles on développe le principe sucré à l'aide d'une opération spéciale ; il constate que trop de chaleur arrête également la fermentation.

D'après Stahl (1660-1734), le grand théoricien Stahl, élève de Beccher, tout corps amené à l'état de putréfaction transmet cet état à un autre corps exempt encore de corruption, de telle sorte que le mouvement intérieur se communiquant du ferment à la matière fermentescible, celle-ci devient ferment à son tour. Dans la fabrication du pain, par exemple, un peu de levûre fait lever la pâte qui, plus tard, peut servir elle-même de levain.

Black (1728-1799), familiarisé avec la manipulation des gaz, constate que l'acide carbonique est l'unique produit de la fermentation, et Macbride, vers la même époque, rapprochant ce fait des idées émises par Van Helmont, attribue à ce gaz la cohésion des végétaux et des animaux ; selon lui, la fermentation ne les désagrège qu'en les privant « d'air fixe », d'où une série de considérations très goûtées en ce temps-là sur les fièvres putrides et infectieuses.

Malgré ces écarts d'imagination, on peut affirmer que, pour la plupart des chimistes, le vrai mouvement fermentatif n'était autre il y a cent ans que celui qui se manifeste au sein des matières d'origine végétale ou animale, suffisamment étendues d'eau, portées à une température qui va de quelques degrés au-dessus de zéro à vingt-cinq et au delà, et dont la communication avec l'air ne leur est point absolument interdite. Alors ces matières éprouvent d'elles-mêmes un mouvement

qui change la nature et la proportion de leurs principes.

On distinguait, en outre, trois espèces ou trois degrés de fermentation, suivant les trois principaux produits qui en résultent.

La première s'appelait fermentation « vineuse ou spiritueuse », parce qu'elle changeait en vin les liqueurs qui l'éprouvaient, et qu'on pouvait retirer de ce vin un esprit inflammable et miscible à l'eau, l'alcool ou l'esprit-de-vin.

La seconde espèce de fermentation était appelée « acide ou acéteuse », parce que le produit en était un acide ou un vinaigre.

La troisième portait le nom de « fermentation putride » ou de « putréfaction », on l'appelait encore fermentation « alkaline », parce qu'il se développait beaucoup d'alcali dans les substances qui l'éprouvaient.

D'un autre côté, toutes les matières susceptibles de la fermentation spiritueuse pouvaient éprouver ensuite l'acide et l'alkaline; les substances non susceptibles de la fermentation spiritueuse, passaient directement à la fermentation acide, puis à l'alkaline; certaines matières ne pouvaient que se putréfier. En outre, une substance qui subit un degré de fermentation, la putréfaction, par exemple, ne pouvait plus éprouver l'un des degrés précédents, et aucune matière susceptible du premier degré ne pouvait se porter directement aux degrés suivants. Stahl ne voyait même dans

ces trois degrés de fermentation qu'une seule et même tendance de la nature à résoudre et à mettre dans un état semblable tous les corps très composés dans la combinaison desquels entrait le « principe huileux », c'est-à-dire, les substances végétales et animales. Si ces substances ne fermentaient que faiblement, lentement, d'une manière insensible, pendant qu'elles faisaient partie du végétal ou de l'animal vivant, c'est que très heureusement le mouvement vital s'opposait à leur décomposition ; mais, dès que la vie cessait, toutes ces substances, suivant leurs dispositions naturelles, entraient aussitôt dans un mouvement de décomposition dont la rapidité variait avec les circonstances.

Extérieurement, les phénomènes étaient donc parfaitement étudiés et classés, mais on ne savait rien de la cause des fermentations. Pourquoi le jus de raisin bouillonnait-il dans la cuve de vendange? Pourquoi, dans certaines conditions, le vin passait-il à l'état de vinaigre ? Comment expliquer que, sous l'influence du levain, la pâte devait se soulever et ensuite s'aigrir? Par quels liens enfin, la putréfaction se rattachait-elle à la fermentation vineuse ou acétique?

D'après Stahl, les substances organiques se décomposaient parce qu'elles avaient une tendance naturelle à se décomposer, ce qui n'expliquait rien, et elles se maintenaient chez les êtres vivants parce que le principe vital s'oppo-

sait à leur décomposition, ce qui n'était pas plus clair.

L'illustre Lavoisier lui-même ne remonte pas aux causes de la fermentation. Il apporte seulement un peu plus de lumière sur les faits connus précédemment : partant de son fameux principe « rien ne se perd, rien ne se crée ni dans les opérations de l'art ni dans celles de la nature » et s'aidant d'une bonne balance, il établit que le poids de l'acide carbonique dégagé et le poids de l'alcool produit, égalent le poids du sucre qui a fermenté; de sorte que les effets de la fermentation vineuse se réduisent à séparer le sucre en deux autres corps, alcool et acide carbonique, tels qu'en les combinant, on reformerait le sucre décomposé. Lavoisier a élucidé en grande partie le côté chimique de la question, mais il ne dit rien de cette levûre qu'il faut ajouter à l'eau sucrée pour la faire entrer en fermentation.

Leuwenhœck (1680), regardant au microscope cette espèce d'écume ou ce dépôt qui se forme dans les liqueurs fermentées, y découvrit un amas de globules ovoïdes ou sphériques, et Cagniard de Latour, s'étant aperçu en 1836 que ces globules étaient susceptibles de bourgeonnement, pensa que la levûre pouvait agir sur le sucre « par quelque effet de sa végétation et de sa vie ». C'était une idée vraie, mais elle était trop hardie pour être admise sans contestation. Il aurait fallu des expériences, des preuves à l'appui, et son au-

teur n'en donnait pas. Bien plus, dans certaines fermentations très voisines de la fermentation alcoolique, on ne trouvait pas traces de globules, et toutes avaient pour caractère général de ne s'effectuer qu'en présence d'une matière organique en voie de décomposition. La fermentation alcoolique n'avait même pas besoin de levûre pour se produire et on pouvait la remplacer par une substance organique azotée. On arrivait à cette conclusion forcée, que, si la levûre est réellement un être vivant, elle ne produit la fermentation que par sa destruction et par sa mort.

C'est ainsi qu'en 1839, Liebig établissait sa théorie connue sous le nom de théorie allemande.

« Le sucre, disait-il, est un édifice stable vis-à-vis de certaines influences extérieures, mais un édifice fragile vis-à-vis des mouvements moléculaires des substances organiques en décomposition, et se dédouble facilement, sous leur action, en alcool et en acide carbonique. » Et plus loin : « C'est la portion morte de la levûre, celle qui a vécu et qui est en voie d'altération, qui agit sur le sucre. »

Ayant appris, quelques années avant les travaux de Pasteur, que des savants pouvaient attribuer « aux effets de végétation et de vie de la levûre » le dédoublement des matières fermentescibles, Liebig s'était écrié avec dédain : « Ceux qui prétendent expliquer la putréfaction des substances animales par la présence d'animalcules, raisonnent

à peu près comme un enfant qui croirait expliquer la rapidité du cours du Rhin en l'attribuant au mouvement violent que les nombreuses roues des moulins de Mayence impriment à l'eau dans la direction de Bingen. Est-il permis de considérer des plantes et des animaux comme des causes de destruction pour d'autres organismes, lorsque

Ferment alcoolique de la levûre.

leurs propres éléments à eux-mêmes sont condamnés à subir la même série des phénomènes de décomposition que les êtres qui les ont précédés? Si le champignon est la cause de la destruction du chêne, si l'animalcule microscopique est la cause de la putréfaction de l'éléphant mort, je demanderai à mon tour quelle est la cause qui détermine la putréfaction du champignon et de l'animalcule microscopique, lorsque la vie s'est retirée de ces deux êtres organisés ? »

L'illustre savant bavarois avait ainsi formulé par avance contre les théories microbiennes les plus fortes objections qui leur aient été opposées. On ne niait point la présence d'une levûre vivante; mais, à défaut d'une substance albuminoïde que l'air avait altérée et dont l'ébranlement moléculaire se communiquait aux matières fermentescibles, c'était la levûre morte qui devait en tenir lieu et dont le mouvement de décomposition était la cause des fermentations.

La question en était là quand Pasteur qui venait d'être nommé, à l'âge de 32 ans, doyen de la Faculté des sciences de Lille, se décida, dans l'intérêt de ses nouveaux compatriotes, dont la principale industrie était la fabrication de l'alcool, à étudier le problème si obscur et si longtemps controversé des fermentations. Il avait toujours présente à la mémoire l'action singulière exercée par le « *Penicillium glaucum* » sur l'acide tartrique droit et ses différents sels, qu'il décomposait tout en respectant l'acide tartrique gauche, qui pouvait ainsi être isolé. Le « *Penicillium* » n'était sans doute pas le seul organisme vivant qui eût un rôle actif dans la décomposition d'un autre corps et Pasteur entrevoyait peut-être à l'avance ces vérités qu'à force d'habileté, de précision et d'énergie, il a su rendre éclatantes. C'est la levûre qui produit la décomposition du sucre, ce sont d'autres microbes qui produisent les autres fermentations; et, contrairement à la théorie allemande, ils

n'agissent point par leur propre destruction, mais par leur développement et leur nutrition. La fermentation est, de la part du microbe, une œuvre de vie et non une œuvre de mort.

Le premier soin de Pasteur, après qu'il eut constaté l'action de la levûre et celle des petits organismes vivants en général, fut de répondre aux objections de Liebig et de réduire les théories allemandes à néant. Il y réussit par deux expériences à jamais mémorables.

Ayant introduit dans une solution de sucre pur une petite quantité d'un sel ammoniacal cristallisé et quelques traces de phosphates de potasse et de magnésie, il y sema quelques cellules de levûre fraîche. Ainsi qu'il l'avait prévu, le sucre ne tarda pas à fermenter et les cellules à bourgeonner et à se multiplier.

Or, pour vivre, se développer et se reproduire, la levûre avait dû emprunter du carbone au sucre, de l'azote à l'ammoniaque, du phosphore, du potassium et du magnésium aux autres substances minérales. La fermentation avait donc lieu sans la présence d'aucune substance organique en décomposition, sans levûre morte et par la simple nutrition de la levûre vivante. C'est en se nourrissant de sucre que l'être vivant dédoublait cette substance et la théorie du mouvement communiqué si énergiquement défendue par Liebig n'avait plus sa raison d'être, pas plus que la théorie du contact proposée par Berzélius et par Mitscherlich.

Du même coup se trouvaient également infirmées les expériences qui avaient conduit Lavoisier et Gay-Lussac à penser que, dans la fermentation, tout le sucre subit le dédoublement en alcool et en acide carbonique. Pasteur prouvait qu'une partie de cette substance servait de nourriture au ferment et permettait la multiplication de ses globules. Il parvenait même à démontrer, par les analyses les plus précises, que cinq pour cent de sucre échappent au dédoublement et entrent, non seulement dans la constitution de la levûre naissante, mais dans la composition chimique de quantités sensibles d'acide succinique, de glycérine et des divers alcools éthylique, propylique, butylique et amylique dont on trouve des traces dans le liquide fermenté (1).

Pasteur fit, au sujet de la fermentation lactique, une seconde expérience non moins concluante. Il montra que, malgré leur petitesse et leur confusion possible avec les granulations du caséum ou du gluten, les petits articles du ferment lactique étaient bien vivants et qu'ils étaient la véritable cause de la fermentation lactique, consistant dans la transformation d'une substance organique et particulièrement du sucre de lait ou acide lactique. Il mêla de nouveau à de l'eau sucrée de petites quantités d'un sel ammoniacal cristallisé, des

(1) Voir au chapitre VI, *Etudes sur les vins*, la transformation du sucre de raisin en alcool, acide carbonique, etc. : c'est le complément obligé de la fermentation alcoolique.

phosphates alcalins et terreux, enfin du carbonate de chaux très pur. Sans même y ajouter la moindre parcelle de ferment, il vit bientôt la liqueur se troubler, un dégagement de gaz se produire et du ferment lactique se déposer. Dans l'intervalle, l'ammoniaque avait disparu, les phosphates s'étaient dissous et il s'était formé du lactate de chaux. Le carbonate de chaux n'avait été d'ailleurs introduit que pour neutraliser l'acide lactique au fur et à mesure de sa production, car on savait que la fermentation cesse dans un milieu acide, comme l'est, par exemple, le lait aigri. L'ordre même dans lequel se sont produits les travaux de Pasteur, nous conduira à parler très prochainement des « générations spontanées ». Nous nous demanderons alors d'où ont pu venir les premiers germes de ce ferment que nous venons de voir se développer dans le milieu tout minéral qui lui avait été préparé. Nous nous bornerons à constater en ce moment que la fermentation a eu lieu en l'absence de toute substance organique en décomposition et par la seule action d'un microbe vivant, ce qui est contraire aux théories du mouvement communiqué ou du contact qui, jusque-là, avait régné dans la science.

Ces deux expériences sont d'ailleurs fondamentales, et, par leur simplicité même, révèlent tout le génie de leur auteur.

La voilà donc réglée en principe cette question

des fermentations, vieille comme le monde, et qui avait rapport à la formation, à la conservation, à la décomposition des matières organisées, à la germination, au développement et à la destruction des végétaux, à la boisson et à la nourriture, à la génération et à la vie, à la putréfaction et à la mort. Elle était et elle est encore la plus importante qui se soit imposée aux recherches et aux méditations des savants. Tous ceux qui s'en sont occupés ont reconnu ses relations étroites avec notre état de santé et de maladie. Paracelse, Van Helmont, R. Boyle, Beccher, Stahl, Block, Macbride, Lavoisier, Gay-Lussac, Mitschelich, Berzélius, Liebig, pour ne citer que les plus grands, ont étudié, décrit, classé les phénomènes de la fermentation, mais sans parvenir à en déterminer la cause. Stahl avait pensé que toutes les substances organiques avaient une tendance naturelle à fermenter, à se dédoubler, à former des combinaisons plus simples et plus stables, à rétrograder en quelque sorte vers la matière minérale, et il avait constaté que la présence d'une substance en décomposition précipitait le mouvement. Dans ce système, les tissus et les organes des êtres vivants ne résistaient que par l'effet d'un contre-courant, de la « force vitale » agissant en sens contraire et qui, sans rétablir absolument l'équilibre, retardait le mouvement de désagrégation. Cette « tendance naturelle » et ce « mouvement vital » que lui opposait Stahl, ressemblaient fort à la « discorde » et

la « concorde », ces deux causes premières, selon les philosophes grecs, de la formation et de la disparition de tous les êtres. Et cependant comment ne pas accepter les yeux fermés des explications, en apparence si claires, et qui recevaient des faits une perpétuelle confirmation? toute substance organisée ne paraissait-elle pas vouée à une destruction certaine et aurait-on pu envisager la mort autrement que comme une conséquence naturelle et forcée de la vie?

Lavoisier survient, armé de sa balance, réactif par excellence, et il anéantit les théories creuses de Stahl : tous les phénomènes, la combustion, la respiration, la chaleur animale, les fermentations s'expliquent par le jeu des forces physiques et la vie elle-même n'est plus qu'une fonction chimique.

Mitscherlich et Berzélius admettent que les fermentations sont des phénomènes chimiques, mais leur donnent pour cause la force catalytique qui se développe par la présence ou le contact de certains corps, et Liebig, qui reprend en grande partie les idées de Stahl, attribue enfin le dédoublement de la matière fermentescible au mouvement de désagrégation existant dans le ferment et se communiquant autour de lui.

Pasteur aborde à son tour la question et en donne une solution qu'on a tout lieu de croire définitive. La levûre et les ferments en général sont constitués par de petits organismes vivants que

tout le monde peut voir et reconnaître. Ces êtres se nourrissent et se reproduisent aux dépens du milieu approprié dans lequel on les a semés et procèdent par là même à sa décomposition. Ces faits sont mis en évidence par des expériences aussi nombreuses que délicates, nous n'en avons cité que deux; elles suffisent pour établir nettement la doctrine microbienne et ruiner, du même coup, tous les systèmes adoptés précédemment. Celles que nous rapporterons plus loin, surtout dans le chapitre de la putréfaction et celui du vin, en seront le complément obligé pour constituer la théorie complète des fermentations.

Les découvertes successives du « *micoderma aceti* » ou microbe du vinaigre, des microbes produisant les maladies des vins, du microbe des vers à soie, de la bactérie du charbon — de la vie avec ou sans air — de l'atténuation des virus et de la prophylaxie de la rage ne seront enfin que les admirables conséquences d'une doctrine qui a révolutionné la science et qui n'a plus aujourd'hui de contradicteurs sérieux.

CHAPITRE IV

Fermentation acétique. — Fabrication du vinaigre. — Méthode d'Orléans. — Méthode allemande. — Méthode Pasteur.

Chaque découverte de Pasteur, et on n'en est plus à les compter, suffirait à la gloire d'un savant de premier ordre. L'une des plus belles est, selon nous, celle qui a rapport à la fermentation acétique et à la fabrication du vinaigre.

Après avoir démontré que, dans la fermentation spiritueuse, le changement du sucre en alcool a lieu par l'action de la levûre vivante, et que, dans la fermentation lactique, la transformation du sucre de lait est due à un autre microbe, Pasteur devait naturellement chercher la véritable cause de l'acétification du vin.

Exposé à l'air, le vin s'aigrit et se change en un liquide qui, préparé dans de bonnes conditions, est très recherché comme assaisonnement. Les vignerons ont dû le savoir dans tous les temps, car cette facilité avec laquelle le vin se pique a toujours été le principal écueil de la vinification. Et, comme d'un autre côté, le vin tourné ne constitue pas du bon vinaigre, la préparation de ce dernier liquide a dû constituer une industrie qui, de

même que la fabrication du vin, a été l'objet de continuels perfectionnements à travers les âges.

On distingue deux méthodes générales pour la fabrication industrielle du vinaigre, la « méthode d'Orléans » et la « méthode allemande ».

Voici comment, il y a un demi-siècle, on opérait à Orléans, qui n'a d'ailleurs pas perdu la réputation de produire les meilleurs vinaigres : on disposait ordinairement sur trois rangées et les unes sur les autres, dans un cellier maintenu à 30 ou 35 degrés, un certain nombre de futailles de 400 litres environ de capacité et chaque fond était percé aux deux tiers de son diamètre d'un large trou de bonde. Ces futailles étaient remplies jusqu'au tiers avec du vinaigre bouillant auquel on ajoutait dix litres de vin. Puis, de huit jours en huit jours et jusqu'à ce que les vaisseaux fussent pleins, on ajoutait dix nouveaux litres tirés d'un tonneau où, pour la clarification du liquide, on avait introduit une couche de copeaux de hêtre. On vidait à moitié les futailles quinze jours après y avoir versé les dix derniers litres de vin, et on recommençait à les remplir par versements successifs comme précédemment. C'était ce qu'on appelait les « mères du vinaigre».

Un vinaigrier bien au courant de sa fabrication pouvait faire varier la quantité de vin additionnée et l'intervalle des versements. En introduisant une douve dans le liquide en fermentation, il re-

connaissait, à la quantité d'écume ou « fleur de vinaigre » dont l'extrémité mouillée de la douve était recouverte si l'opération marchait avec plus ou moins d'activité. Dès lors, il pouvait proportionner la quantité de liquide au travail des mères. La mise en train des mères nouvelles constituait la principale difficulté de la fabrication, et on l'évitait de son mieux, en se transmettant de père en fils celles que l'on possédait.

Cette préparation se fait aujourd'hui d'après les mêmes règles; seulement on commence par verser dans les mères, non du vinaigre bouillant, mais du vinaigre très fort et très limpide. Grâce à Pasteur, la mise en train d'une mère s'obtient actuellement avec la plus grande facilité; le vinaigre est produit dans des vaisseaux propres, la fabrication est plus rapide et peut s'interrompre ou s'accroître pour ainsi dire à volonté; enfin, comme on sait ce qui se passe, on peut remédier immédiatement à toute défectuosité.

La « méthode allemande » est plus expéditive; dans des tonneaux, défoncés de 3 à 4 mètres de profondeur, on dispose des copeaux de hêtre et on y fait couler par le haut des liquides alcooliques additionnés de quelques millièmes de vinaigre. L'air ayant accès par les nombreuses ouvertures pratiquées à la partie inférieure des tonneaux, l'alcool se transforme en acide acétique. Trois passages sur les copeaux suffisent généralement.

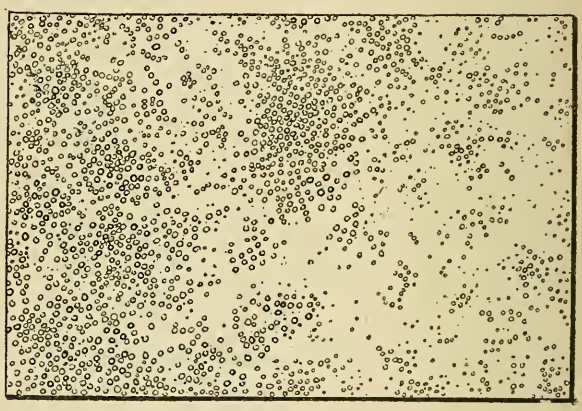
La température élevée qui s'établit dans le générateur active le courant d'air et fait perdre, par évaporation de 20 à 25 pour 100 d'alcool ou de vinaigre. C'est l'inconvénient le plus grave de cette fabrication. D'autre part, la mise en train d'un générateur est longue et coûteuse, car il faut pendant sept à huit semaines, faire passer cinq à six hectolitres de vinaigre sur les copeaux pour leur donner des propriétés suffisamment actives. Les premiers produits ont un goût de bois très prononcé et les générateurs doivent être maintenus en fonction d'une manière continue.

Comment, avant Pasteur, la science expliquait-elle les diverses pratiques de la fabrication allemande et de la fabrication française? L'analyse chimique indiquait que l'acétification n'était qu'un phénomène de combustion et que du vinaigre et de l'eau résultaient de la combinaison de l'alcool avec l'oxygène. Seulement, tandis que du vin laissé en vidange se transformait en vinaigre, de l'eau pure alcoolisée exposée à l'air ne s'aigrissait jamais. La combustion n'était donc pas directe et n'avait lieu que sous une influence qu'il s'agissait de déterminer.

Liebig proposait sa théorie du mouvement communiqué; en se décomposant, les substances albuminoïdes contenues dans le vin ébranlaient la molécule de l'alcool, qui s'associait avec l'oxygène de l'air et formait les molécules plus stables de l'acide acétique et de l'eau. « Et la preuve qu'il en

est ainsi, disait Liebig, c'est qu'il suffit d'ajouter un peu de farine à l'eau alcoolisée pour la faire fermenter et la changer en vinaigre. »

Cependant Edmond Davy avait découvert, en 1821, que le noir de platine, qui n'est que du platine réduit en poudre très fine, transforme en acide acétique l'alcool dont on l'humecte. Pendant cette



Micoderma aceti.

oxydation, le noir de platine rougit et il reste incandescent tant qu'il reste de l'alcool. C'était le triomphe de la force catalytique ou de contact, et la théorie de Berzélius s'appliquait ainsi à la fermentation acétique : les copeaux de hêtre dans la méthode allemande, les écumes et les fleurs du vinaigre dans le procédé d'Orléans jouaient, par leur porosité, le rôle du noir de platine.

Pasteur survient et la lumière se fait sur cette importante question. Ayant recueilli les fleurs du

vinaigre, il y reconnaît une plante d'une extrême petitesse ; il l'étudie, il la cultive et il arrive à démontrer de la manière la plus concluante qu'elle joue le principal rôle dans la fabrication du vinaigre Elle vit dans l'air dont elle fixe l'oxygène pour le céder à l'alcool, qu'elle brûle et qu'elle transforme en acide acétique.

Pasteur prouve d'abord que la fermentation acétique ne saurait avoir lieu en l'absence de ce microbe, auquel il donne le nom de *micoderma aceti :* ainsi il porte vers 55 à 60 degrés une bouteille contenant du vin et de l'air ; dès lors, comme les germes du *micoderma aceti* ne résistent pas à cette température, le vin ne s'aigrit jamais.

Si l'eau pure alcoolisée ne fermente pas, c'est, d'après cet illustre savant, parce que la petite plante n'y trouve aucun aliment et qu'elle ne peut s'y développer. La farine que Liebig ajoutait à l'eau alcoolisée pour la faire fermenter servait simplement de nourriture au microbe, et la preuve en est qu'en remplaçant la farine par des éléments minéraux, tels que les phosphates alcalins et terreux additionnés de phosphate d'ammoniaque cristallisé, le *micoderma aceti* se développe et l'eau alcoolisée s'aigrit.

Ne constate-t-on pas, en outre, que, dans la méthode d'Orléans, les mères du vinaigre ne travaillent bien que lorsque le voile du *micoderma* s'étend sur toute la surface du liquide ? On a objecté, il est vrai, que, dans la pratique allemande,

les copeaux de hêtre ne sont réellement très actifs que lorsque leur surface est très nette et qu'il n'y a pas la moindre trace de microbe ; mais Pasteur et, après lui, MM. Mayer et de Knierym en ont découvert dans leurs pores. La démonstration scientifique de l'action du microbe ne saurait donc être plus nette.

Il y avait un grand honneur à constater un fait scientifique aussi important, mais Pasteur ne s'en est pas tenu là; il a cultivé et fait agir le *micoderma aceti* dans les conditions les plus variées et il est parvenu à expliquer, à perfectionner les procédés usuels de fabrication d'un condiment aussi utile que le vinaigre. Quel service il a ainsi rendu à l'industrie et à l'hygiène publique!

Parmi les divers moyens de produire ou d'ensemencer le microbe, le plus simple est d'abandonner au contact de l'air un liquide pauvre en matières organiques et contenant environ 2 pour 100 d'alcool et 1 et demi pour 100 d'acide acétique, comme, par exemple, un mélange de 1 volume de vin, 1 volume de vinaigre et 2 volumes d'eau, ou bien un mélange à volumes égaux de bière, d'eau et de vinaigre. Les germes contenus dans les poussières de l'air ne tardent pas à se développer dans ces milieux favorables, et l'on a une production dite « spontanée » du *micoderma aceti*.

Au lieu de venir des poussières de l'air, les ger-

mes peuvent être apportés d'un liquide à un autre, par la mouche qui pullule dans les vinaigreries et que l'on appelle « mouche du vinaigre ». Les germes peuvent encore exister et se développer au sein des liquides auxquels ils se sont mêlés.

Sous l'action d'une nourriture abondante, la plante prend un aspect gonflé, celui d'une masse mucilagineuse, complètement immergée, mais se rapprochant de la surface vers laquelle elle pousse, des nodosités visqueuses se reliant peu à peu les unes aux autres et formant une sorte de peau qui s'alourdit, va au fond et se trouve bientôt remplacée par une peau nouvelle, jusqu'à l'entier épuisement des matières assimilables.

Ce mode de développement est le plus défavorable à l'acétification, et c'est pour l'éviter que, dans la mise en train d'une mère, on commence par du vinaigre bouillant ou simplement filtré sur des copeaux et d'une limpidité parfaite.

Le meilleur moyen d'ensemencer le *micoderma* consiste à prendre, ne serait-ce qu'avec une pointe d'épingle, une partie du voile ou fleur du vinaigre qui s'étend à la surface d'un liquide en fermentation et de la porter sur le nouveau liquide. En moins de deux jours, quand on opère à 20 ou 25 degrés, le voile micodermique recouvre toute la surface et tout l'alcool se transforme rapidement en vinaigre. « Par ce moyen, je me ferais fort, a dit un jour Pasteur dans une discussion qu'il soutenait à l'Académie des sciences, de re-

couvrir de *micoderma aceti*, et dans l'intervalle de vingt-quatre heures, une surface de liquide vineux aussi étendue que la salle qui nous rassemble ».

C'est la vraie forme du ferment acétique et ce sont les meilleures conditions dans lesquelles on puisse le faire agir. Il importe donc, quand on ajoute successivement du vin dans les mères du vinaigre, de disloquer le moins possible le voile qui s'est formé à la surface, car le micoderme immergé tiendrait à prendre la forme gélatineuse que les vinaigriers ont intérêt à éviter. On comprend également pourquoi, dans la méthode allemande, où il ne se produit pas de voile micodermique on n'évite la forme gélatineuse du microbe que par un extrême appauvrissement des liquides en matières organiques assimilables.

Pasteur ayant constaté qu'après transformation complète de tout l'alcool, le *micoderma aceti* s'en prenait soit aux éthers qui forment le montant du vinaigre, soit au vinaigre lui-même, pour l'oxyder et le transformer en acide carbonique, a compris toute l'importance qu'il y a à introduire de nouvelles quantités d'alcool ou de vin avant l'épuisement complet des liquides en fermentation.

Le voile qui se forme à la surface du liquide, dans une bouteille ou dans un tonneau en vidange, n'est pas toujours constitué par le *micoderma aceti*; le plus souvent on y trouve, au con-

traire, un autre microbe que Pasteur a également découvert et désigné, sous le nom de « micoderma vini ». Son rôle est tout différent : il oxyde, il brûle l'alcool du vin ; mais, au lieu de le changer en vinaigre, il opère immédiatement sa transformation en acide carbonique, de telle sorte que, sous l'action de ce microbe, le vin perd simplement de sa force ; il devient plat, selon l'expression usitée.

Les deux microbes sont l'un et l'autre avides d'oxygène, et, quoique à des degrés différents, ils brûlent tous les deux l'alcool ; chacun trouve dans le vin une nourriture qui lui convient ; mais ils se distinguent en ce que le « micoderma vini » se développe péniblement dans un milieu acide et que 2 pour 100 de vinaigre suffisent pour rendre son existence impossible. Aussi quelles luttes, quels combats intéressants se livrent les deux micodermes quand ils naissent et se rencontrent à la surface d'un même liquide.

Le *micoderma vini*, qui est le microbe spécial du vin, se développe d'abord plus activement que l'autre, dont il étouffe en quelque sorte les germes ; mais, qu'une circonstance quelconque favorise ces derniers, qu'on ajoute une certaine quantité de vinaigre ou même d'alcool, on voit aussitôt le *micoderma aceti* étendre ses ramifications au détriment de l'autre micoderme, dont le voile épais et ridé fait place peu à peu au voile uni, mince et léger du *micoderma aceti*. Pasteur

est allé jusqu'à reconnaître que l'un des deux microbes peut, dans ces circonstances, servir de nourriture à l'autre. « Il y a là, dit-il, à mon sens, l'image de la résorption d'un tissu par la production d'un autre, auquel le premier sert d'aliment, et, mieux encore, peut-être l'image de la formation du pus ou de ses globules à l'aide des matériaux du sang ou des principes des tissus voisins. » Quoi qu'il en soit, on s'explique maintenant pourquoi on commence, dans la fabrication du vinaigre, par l'addition du vinaigre au vin : on ne permet ainsi que le développement du *micoderma aceti*.

Ce n'est pas tout ; le ferment acétique a encore à se défendre contre la masse animée et grouillante des anguillules du vinaigre, qui lui disputent l'oxygène de l'air, et qui, pour se débarrasser d'un obstacle gênant et probablement aussi pour s'en nourrir, déchirent en tous sens le voile micodermique et le précipitent, opaque et pulvérulent, au fond du liquide. C'est ce qui se passe quand les anguillules triomphent. Or, Pasteur ayant commencé l'une de ses expériences le 25 avril, en était là le 4 mai, quand, le 5, il voit le micoderme réagir : « J'aperçois, dit-il, dans un coin de la cuve, un voile uni bien formé, s'étendant sur toute la surface jusqu'au quart environ de la cuve. Or, déjà, dans ce coin de la cuve, les anguillules ont grimpé en couche épaisse sur les parois des rebords du vase. Peu à peu, les jours

suivants, le voile continue de grandir en chassant devant lui, en quelque sorte, les anguillules qui se retirent peu à peu du liquide sans qu'il en reste trace dans le vinaigre de la cuve. Cette fois, la plante a pris à son tour le dessus et vaincu l'animalcule. » Et cela explique pourquoi les vinaigriers, pour juger si leurs « mères » travaillent, introduisent la main par le trou d'air dans les tonneaux et tâtent avec l'index, la paroi verticale au niveau du liquide. S'ils sentent cette humidité grasse, cette couche gélatineuse formée de milliers d'anguillules, c'est que ces animaux ont fui la surface du liquide envahie par le micoderme et que dès lors les tonneaux marchent bien.

Est-ce que vraiment toutes ces observations ne sont pas admirables ? Voilà une industrie qui se perfectionne depuis des milliers d'années, et les vinaigriers arrivent péniblement à fabriquer du bon vinaigre ; seulement, qu'en un point quelconque leur fabrication se détraque, qu'un accident survienne, qu'il fasse trop chaud ou trop froid, que le liquide à fermenter varie un peu trop dans sa composition, que l'ouvrier se relâche dans sa surveillance ou qu'il veuille remédier à quelque défaut imprévu, toute une fortune peut être compromise, et, pour ne rien déranger, on en arrive à faire le vinaigre dans des vaisseaux d'une saleté inouïe et au milieu de ces innombrables anguillules dont la pensée seule inspire le dégoût.

Pasteur, le flambeau de la science à la main,

éclaire, explique et perfectionne la pratique routinière des vinaigriers ; il vivifie une industrie utile entre toutes, car elle sert à la production d'un des principes les plus agréables de notre alimentation, et justement de celui dont la falsification est la plus facile et la plus dangereuse. Les services sont aussi importants au point de vue industriel que sous le rapport scientifique, et l'on peut ajouter, après les modifications et les améliorations dont les anciennes méthodes ont été l'objet, qu'on ne doit plus en reconnaître qu'une, la « Méthode Pasteur ».

CHAPITRE V

De la putréfaction.

Nous avons exposé avec quelle sûreté de méthode, Pasteur a déterminé la véritable cause des fermentations que les anciens chimistes appelaient « fermentation vineuse ou spiritueuse » et « fermentation acide ou acéteuse ». Il nous reste à parler du troisième mode de fermentation, celui que l'on désignait sous les noms de « fermentation alkaline », de « fermentation putride » ou de « putréfaction ».

Lorsqu'une substance d'origine animale suffisamment humide est exposée à un degré de chaleur convenable, elle se décompose et dégage une odeur fétide ; on dit qu'elle se putréfie. Placée dans les mêmes circonstances, une matière végétale s'altère peu à peu, mais exhale des gaz moins nauséabonds ; on dit qu'elle entre en pourriture. Les mots « putréfaction » et « pourriture » ont, au fond, le même sens et désignent ce travail intérieur, cette série de phénomènes par lesquels les substances ayant appartenu à des êtres vivants se gonflent, s'affaissent ou se ramollissent, changent de couleur, d'odeur et de saveur, se transforment en une espèce de bouillie ou plutôt de sanie dé-

goûtante, qui, entre autres mauvaises odeurs, répand ordinairement celle de « l'alcali volatil ».

C'est là tout ce que vers la fin du siècle dernier, les chimistes savaient de la putréfaction. Par la volatilité des principes qui s'exhalent d'un corps en décomposition, ils comprenaient que la nature ne cesse « d'atténuer, de subtiliser, de volatiliser et d'enlever » tout ce qui est susceptible de l'être; mais, négligeant d'ordinaire les principes qui se dérobaient à leurs observations, ils ne considéraient la putréfaction que dans ses derniers résultats. Pour la plupart, une matière ne paraissait même complètement putréfiée que lorsqu'il n'en restait que de la terre ou des parties fixes. C'était le but, le terme et le dernier degré de toute fermentation. Quelques autres chimistes ne poussaient pas les choses si loin ou les voyaient autrement : s'apercevant que les matières animales avaient une grande disposition à se putréfier, ils croyaient que les plantes, dont les animaux se nourrissent, n'arrivaient que par fermentation à former les os, la chair, les muscles, c'est-à-dire, à « s'animaliser ».

Pour eux, encore dès que les animaux et les végétaux avaient cessé de vivre, la nature se chargeait de détruire elle-même son ouvrage; elle s'employait à la transformation des organes, instruments désormais inutiles; elle en réduisait les matériaux pour les soumettre à une élaboration nouvelle et les faire entrer dans la composition d'êtres nouveaux, et, par la fermentation, un tra-

vail qui ne s'interrompait jamais, le monde, malgré la vieillesse et la mort, s'entretenait dans une vigueur et une jeunesse perpétuelles.

A défaut d'idées purement scientifiques, on se contentait ainsi de théories philosophiques analogues aux belles doctrines de Leibnitz sur la vie et sur la mort. « Le monde, d'après cet illustre penseur, est constitué par une somme invariable d'énergies vitales, qui sont les éléments impérissables, éternels de tous les êtres vivants; la génération et la mort ne sont que des changements dans l'ordre et le concert de ces unités vivantes. En d'autres termes, l'univers est un ensemble de germes éternels et incorruptibles de vie, qui ne périssent ni ne commencent; ce qui commence et ce qui périt, ce sont les machines auxquelles les germes communiquent l'activité première; les parties, les rouages élémentaires de ces machines peuvent être dissociés, mais non détruits. »

Qu'avait dit scientifiquement le grand chimiste Stahl? que « les substances organiques se décomposent par suite de leur tendance naturelle à se décomposer. » Liebig a cru plus tard être plus clair en comparant la destruction de ces matières à l'ébranlement ou à la destruction d'un édifice par l'écroulement d'un édifice voisin; mais Pasteur a eu encore sur ce point l'honneur de substituer à la théorie allemande de « l'ébranlement moléculaire » une explication rationnelle, aussi

complète que satisfaisante, des phénomènes de la putréfaction.

Après ses découvertes relatives à la fermentation vineuse et à la fermentation acide, le hasard, ce hasard qui favorise toujours les grands chercheurs, lui vint presque aussitôt en aide. A peine avait-il ébauché l'étude du ferment lactique, qu'il reconnaissait l'existence d'un autre ferment, d'un nouvel être vivant microscopique, différent de tous les autres et seul capable de produire l'acide butyrique, tandis que jusque-là, on avait attribué à un seul et même ferment la production d'acide lactique et d'acide butyrique. Le nouveau microbe est formé de fines baguettes cylindriques, isolées ou par chaînes de deux, de trois ou de quatre. Il se reproduit par scissiparité, c'est-à-dire par cloisonnement et segmentation transversale. Il appartient au genre vibrion et se distingue par des mouvements, tantôt rapides, tantôt lents et doux. Son rôle est de transformer l'acide lactique en acide butyrique ou le lactate en butyrate de chaux.

Jusqu'ici Pasteur n'a découvert qu'un nouveau microbe et le genre de fermentation qui lui est propre; mais ce petit être, étudié plus à fond, a offert une particularité très remarquable qui a tout à coup jeté une vive lumière sur les fermentations en général et sur la putréfaction en particulier.

Ayant examiné au microscope une goutte de liquide où ce vibrion, ce nouveau microbe s'était multiplié, Pasteur fait la remarque que tout mou-

vement cesse bientôt sur les bords de la lame couvre-objet, aux points où la goutte étalée se trouve en contact avec l'oxygène de l'air; tandis qu'au centre de la lamelle, au point où cet oxygène n'a point accès, les mouvements conservent longtemps leur vivacité. L'air libre lui semble donc avoir sur ces vibrions un effet léthargique, sinon mortel. Effectivement on arrête soudain une fermentation très active en y introduisant quelques bulles d'air, et, quand on veut observer dans toute leur vivacité les mouvements des vibrions butyriques, on doit les amener sous l'objectif sans leur laisser prendre le contact de l'atmosphère. Sans aucun doute, on se trouve en présence d'un être dont le genre d'existence est opposé à celui des microbes observés précédemment, surtout du *micoderma aceti* et du *micoderma vini* qui ne vivent et ne se développent qu'au contact de l'air. Pasteur donne à ceux-ci le nom d'*aérobies* et il désigne le « vibrion butyrique » et ceux qui ne peuvent vivre comme lui qu'à l'abri du contact de l'air, sous le nom général d'*anaérobies*.

Nous verrons par la suite que cette division n'a rien d'absolu et que l'intervalle qui sépare ces deux types est rompu par une série d'êtres présentant des transitions insensibles, depuis l'extrémité de l'échelle où, prenant l'oxygène à l'air libre, ils l'emploient à des combustions organiques d'après le même système que les animaux supérieurs, jusqu'à l'autre bout où, comme les vibrions buty-

riques, ils redoutent absolument le contact de l'air.

Pour se reconnaître, pour distinguer l'action de ces êtres infimes, pour en tirer les conséquences qu'elles comportaient, il ne fallait pas moins que les hautes facultés, l'esprit profond et généralisateur de Pasteur.

La solution du plus grand problème que se soient posé les savants était là, mais elle ne se présentait pas d'elle-même et il fallait faire encore un effort pour le saisir. Pasteur le fit et il vit encore que non seulement certains microbes pouvaient passer de la vie « aérobie » à la vie « anaérobie », mais qu'ils n'étaient de véritables ferments que lorsque, pour vivre, ils empruntaient l'oxygène à la matière fermentescible. Il parvint, par exemple, à établir par de nombreuses expériences que la levûre de bière, vivant au contact de l'air, ne transformait pas une quantité sensible de sucre en alcool et qu'elle opérait, au contraire, d'autant mieux cette transformation qu'elle avait adopté le genre d'existence anaérobie.

Quant au travail du « *micoderma aceti* », il ne constituait pas une véritable fermentation, mais une simple oxydation; et il en était de même du travail de tous les « aérobies ».

Et maintenant, la putréfaction s'explique très bien par l'action successive ou simultanée des « aérobies » et des « anaérobies » : les premiers agissent à la surface, oxydent, dissolvent la sub-

stance organique ; les autres pénètrent dans la masse à des degrés divers et amènent d'abord la matière primitive, par soustraction d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique, à un état plus simple, sous lequel ils l'abandonnent à de nouvelles espèces ; celles-ci lui font faire un nouveau pas dans la voie de la décomposition, et ainsi de suite, jusqu'au moment où elle est enfin réduite à ses éléments minéraux et aux gaz qui se sont répandus dans l'atmosphère, tout prêts à entrer dans de nouvelles combinaisons.

CHAPITRE VI

Études sur le vin : sa fabrication. — Théorie de la fermentation vineuse ou spiritueuse. — Les maladies du vin.

Suivant l'ordre chronologique, il ne devrait pas encore être question des *Etudes sur le vin* ; mais, ainsi que nous l'avons exposé dans la préface, les travaux de Pasteur nous semblent devoir être partagés en deux parts : la première contenant le fond de sa doctrine, c'est-à-dire la théorie complète des fermentations ; la seconde constituée par les hautes conséquences qui en ont été tirées ou l'ensemble des principes relatifs à l'étiologie des maladies contagieuses. Or, nous n'avons jusqu'ici parlé avec détail que de la fermentation acétique, qui consiste plutôt en un phénomène d'oxydation qu'en une fermentation proprement dite. Exclusivement préoccupé d'établir l'action vitale des microbes dans la transformation des substances fermentescibles, nous avons à peine abordé la fermentation vineuse ou spiritueuse, celle qui produit la décomposition du sucre de raisin en alcool et acide carbonique. Les études sur le vin vont nous permettre de réparer cette omission.

Tout le monde à peu près, sait comment on fabrique le « vin », et il s'agit bien entendu de cette

liqueur généreuse et nourrissante que les hommes de tous les temps et de tous les pays ont trouvée la plus agréable, à laquelle ils ont donné la préférence et qui provient du jus ou du moût de raisin. En France, on consomme annuellement soixante millions environ d'hectolitres de vin; or nos vignes, ravagées par l'« oïdium », qui les attaque dans leurs fruits, par le « phylloxera », dont l'action meurtrière s'exerce sur les racines ou par le « mildew » qui en flétrit les feuilles, n'en produisaient guère pendant ces derniers temps que trente millions d'hectolitres. Il circulait donc, sous le nom de vin, trente millions d'hectolitres d'une boisson artificielle composée avec plus ou moins de soin, qui avait une grande importance au point de vue de l'alimentation et de l'hygiène, mais que nous laisserons en ce moment de côté pour ne parler que du vin naturel.

Le raisin mûr étant écrasé et mis dans la cuve, ou mis dans la cuve et écrasé, on voit au bout de quelques jours, et quelquefois même en vingt-quatre heures, un mouvement intestin se produire. C'est la fermentation qui commence.

A mesure qu'elle augmente, il se manifeste un frémissement, un bouillonnement dans la cuve : des vapeurs, du gaz acide carbonique se dégagent et il y a danger d'asphyxie, si l'air n'est pas suffisamment renouvelé. En même temps, les parties les plus grossières, les pépins, les raffes, les pelures, rendues plus légères par les bulles de gaz

qui s'y attachent, montent à la surface et y forment une espèce de croûte molle et spongieuse désignée sous le nom de « chapeau », que l'on a le soin de replonger dans le vin avant qu'il s'achève, ce qui prend, suivant le degré de chaleur, de 8 à 15 jours.

On favorise la fermentation en portant, si c'est nécessaire, la température des celliers à 20 ou 25 degrés.

Quand le vin est fait, la croûte supérieure n'étant plus soutenue, se divise en plusieurs pièces qui s'enfoncent successivement dans le liquide. C'est le moment qu'il faut choisir pour enfermer le vin dans des vaisseaux où il se conserve, finit de se clarifier et développe son bouquet.

Le vin diffère essentiellement du suc de raisin non fermenté : il n'en conserve pas le goût sucré et fade; sa saveur, plus relevée, plus ou moins brûlante, est très agréable ; d'un liquide trouble, poisseux et jaunâtre, on est passé à une liqueur limpide, brillante et variant du blanc au rouge vif suivant la nuance des fruits ; le moût a un effet laxatif, tandis que le vin porte à la tête et produit l'ivresse, si on en boit en trop grande quantité. Au lieu d'une eau insipide, le vin donne, par la distillation, un liquide incolore, très fluide, inflammable, d'une saveur caustique et brûlante, successivement appelé « esprit ardent », « esprit de vin », « eau-de-vie », et qui n'est qu'un mélange d' « alcool » et d'eau. L' « alcool » est le produit princi-

pal de la fermentation dont nous venons de suivre les manifestations extérieures.

« Par quel mécanisme, disaient les anciens, la nature opérait-elle cette métamorphose? C'est là un de ces mystères qui nous sont entièrement inconnus et qui nous paraissent bien difficiles à pénétrer. »

Or, le mystère a été approfondi, les difficultés ont été vaincues, et, il n'y a plus à en douter, la transformation du jus de raisin en vin est l'œuvre d'un petit organisme vivant, la levûre, qui, se développant abondamment dans le moût et ne pouvant prendre à l'air l'oxygène nécessaire à son existence, l'emprunte au sucre et décompose cette substance. D' « aérobie », la levûre devient ainsi « anaérobie », et c'est alors qu'elle joue le rôle de ferment. (Voir la figure page 44.)

Il en résulte un grand nombre de corps :

Alcool	51,10
Acide carbonique	49,20
Glycérine	3,40
Acide succinique	0,65
Matières grasses, cellulose, etc.	1,30
Total	105,65

Cet excédent de 5,65 pour cent sur le sucre employé provient d'une fixation d'eau dans la réaction qui fournit la glycérine et l'acide succinique.

Ces nombres prouvent encore que, contrairement à ce qu'avaient pensé Lavoisier et Gay-Lus-

sac, 95 pour cent de sucre seulement se dédoublent en alcool et acide carbonique.

Ici peuvent prendre place deux expériences intéressantes prouvant à nouveau que la présence du microbe, de la levûre, est indispensable pour que la fermentation ait lieu :

1° Ayant lavé des raisins avec soin, pour en enlever les poussières de l'air, il les écrasa, les mit en rapport avec de l'oxygène ou de l'air pur et la fermentation ne se produisit pas ;

2° Ayant fait mûrir des raisins sous cloche, c'est-à-dire à l'abri de toute impureté, il les écrasa et les mit en rapport avec de l'air pur. Il n'y eut point encore de fermentation.

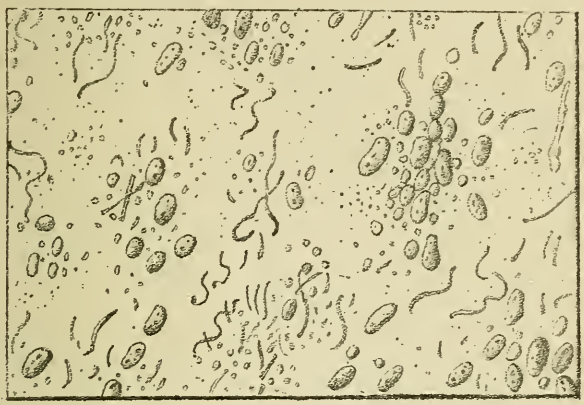
Les germes de levûre contenus dans l'atmosphère étaient donc indispensables pour l'entrée naturelle du moût de raisin en fermentation.

Dans chacune de ces deux expériences, il avait d'ailleurs suffi d'ajouter un peu de levûre pour opérer le dédoublement du sucre en alcool et acide carbonique. Il y avait donc preuve et contre-épreuve, comme dans toutes les autres découvertes, ce qui a fait dire de leur auteur qu'il ne s'est jamais trompé.

Après la fabrication, Pasteur a étudié les maladies du vin et il a constaté que la *pousse*, la maladie de l'*amertume* et celle de la *graisse* sont dues à de nouveaux microbes.

Nous avons appris, en étudiant l'acétification de vin, ce que peuvent le *micoderma aceti* et le

micoderma vini. En fait, ces deux organismes altèrent le vin et produisent deux véritables maladies : par l'un, il passe à l'état de vinaigre ; par l'autre, qui opère la transformation directe de l'alcool en acide carbonique, il devient plat et fade.



Bactéries à côté de la levure dans le vin tourné.

Dans la « pousse » ou maladie du vin « tourné », le vin se trouble et prend un mauvais goût. On en attribuait autrefois la cause à la lie qui remonte, mais son altération doit être attribuée à des filaments d'un millième de millimètre de diamètre environ. Quand on éclaire vivement du vin « tourné » dans un verre, ces filaments y produisent une apparence d'ondes soyeuses qui se déplacent et miroitent en divers sens. Ils agissent comme ferment sur le tartre et les autres principes du vin, il se dégage de l'acide carbonique qui, dans un tonneau fermé, produit le phénomène de la « pous-

se », c'est-à-dire qu'il presse les fonds et fait sortir le liquide avec force quand on y pratique un fausset.

Chaîne de micrococques dans la maladie de la graisse des vins blancs.

En vieillissant, les bons vins rouges deviennent

Bactéries spéciales à la maladie de l'amertume des vins de Pomard.

très souvent amers et forment un dépôt qui, n'adhérant pas au verre, se répand dans la li-

queur et en trouble la limpidité. C'est encore un microbe, un tout petit champignon filamenteux qui cause la maladie de l'« amertume ».

De leur côté, les vins blancs sont très exposés à la maladie de la « graisse », qui les rend plats, fades et visqueux comme de l'huile. Le ferment spécial qui agit ici prend encore la forme de filaments, mais il diffère de structure avec ceux qu'on peut observer dans les deux maladies précédentes.

Pour détruire l'effet de ces microbes, ou pour les empêcher de se développer, Pasteur songea d'abord aux substances qui, n'ayant ni saveur ni odeur, pouvaient tuer les ferments sans nuire aux consommateurs. C'est le problème qu'on a cru pouvoir résoudre dans ces derniers temps avec l'acide salycilique ; mais il y avait trop de conditions à remplir, et Pasteur imagina l'emploi de la chaleur pour tuer préventivement les germes, ce qui rend toute maladie impossible. Pour effectuer le « chauffage des vins », il suffit de les porter pendant quelques instants, soit en tonneau, soit en bouteille, à une température de 55 à 60 degrés. Non seulement le « chauffage » tue les germes et prévient les maladies, mais il exalte les qualités du vin. Aujourd'hui on le pratique en grand et l'une des questions économiques les plus importantes se trouve résolue dans l'intérêt de tous par l'illustre savant auquel on rendra de plus en plus hommage.

CHAPITRE VII

Études sur la bière.

On donne le nom de « bière » à une liqueur fermentée qui se prépare ordinairement avec de l' « orge » et qu'on aromatise avec les fruits ou « cônes » du houblon.

La bière qu'on appelait autrefois « *cervoise* », est une boisson à la fois douce, amère, piquante, tonique et nourrissante.

Toutes les céréales, blé, riz, sarrazin, etc., pourraient servir à faire de la bière ; mais l'expérience ayant démontré que l'orge mérite la préférence, on n'a qu'exceptionnellement recours à d'autres graines farineuses pour cette fabrication.

Des deux matières premières fondamentales, l'orge et le houblon, l'une fournit l'amidon qui se transforme d'abord en sucre, puis en alcool ; l'autre rehausse la saveur de la bière, lui donne une amertume agréable et contribue à sa conservation.

La fabrication de la bière est très compliquée ; elle exige un grand nombre d'opérations, dont les ouvriers, les brasseurs et les savants eux-mêmes ne se rendent pas un compte bien exact. Aussi, n'y a-t-il pas lieu de s'étonner que nonobstant une

pratique de quelques milliers d'années, car l'usage de la bière remonte à la plus haute antiquité, on n'arrive que difficilement à la faire de très bonne qualité.

En principe, la bière est dite « potable », quand elle est limpide et savoureuse.

Sous le rapport de l'alcoolisation, elle présente beaucoup de variétés :

BIÈRES ANGLAISES

Pale ale	6,50	p. 100	d'alcool
Sparklin ale.....	7,25	—	—
Extra Stout.....	9,00	—	—

BIÈRES AUTRICHIENNES

Lager bier	4,00	—	—
Export bier	4,50	—	—

BIÈRE BAVAROISE

Munich	4,30	—	—

BIÈRES BELGES

Faro de Bruxelles....	4,9	—	--
Lambick de Bruxelles.	5,8	—	—

Les bières françaises se rapprochent, sous ce rapport, des bières belges.

Comme la proportion des matières albuminoïdes de la dextrine et de l'extrait, en général, change avec celle de l'alcool, on sent combien peut et doit être différente la conduite des opérations dans les

brasseries. C'est au point que chaque fabricant, par les manipulations auxquelles il s'est arrêté et qu'il répète machinalement, donne un caractère pour ainsi dire personnel aux produits qu'il livre à la consommation.

Les diverses opérations nécessaires pour la fabrication de la bière se divisent en deux séries : le « maltage » et le « brassage », assez distinctes pour constituer deux industries différentes.

Le « maltage » a pour objet la transformation en sucre ou « maltose » d'une partie de l'amidon renfermé dans le grain. L'orge, à l'état naturel, ne contient qu'une quantité insignifiante de sucre. Pour y faciliter la production de cette matière, on fait ramollir et gonfler les grains dans l'eau, jusqu'à ce qu'ils cèdent sous la pression des doigts. C'est l'opération du « mouillage », qui dure de 24 à 48 heures suivant le degré de chaleur. A une température un peu élevée, on doit renouveler l'eau une ou deux fois.

On égoutte ensuite l'orge et on l'étend, en couche mince, sur le sol compacte du « germoir », sorte de caveau convenablement aéré, chauffé et éclairé. La « germination » commence dans toute la masse à la fois, et, pour la rendre aussi régulière que possible, on soumet la couche de grain à des pelletages fréquents, en ayant soin de ne pas briser les radicules ou la « plumule germinative ». Si on préfère l'orge pour la fabrication de la bière,

c'est justement parce que la plumule y pousse sous les enveloppes du grain et se défend ainsi d'elle-même, tandis que, dans les autres céréales, elle se développe à l'extérieur.

Il se forme alors, aux dépens de la matière azotée du grain, un principe, la « diastase », qui a la remarquable propriété de transformer l'amidon en matières solubles, « dextrine et sucre », destinées à la nourriture de la jeune plante.

Nous aurons à reparler de la diastase. Pour le moment, son rôle dit assez avec quel soin il faut la faire développer. Comme en été et en hiver, il est difficile de maintenir le germoir à une température de 14 ou 15 degrés, pendant les 10 à 20 jours que dure la germination, on s'approvisionne généralement de malt au printemps et à l'automne. La bière est alors particulièrement estimée des consommateurs et connue sous le nom de « bière de mars ».

On arrête la germination quand la plumule a acquis une longueur suffisante. Si on ne la laisse arriver qu'au tiers de la rainure du grain, il ne se produira pas assez de diastase pour saccharifier tout l'amidon ; la dextrine dominera dans les produits de la transformation et la bière sera « étoffée », aura du « corps et de la bouche », mais sera peu alcoolique. Laisse-t-on, au contraire, la plumule se développer sur toute l'étendue de la rainure, la diastase sera abondante et la bière plus sèche et plus riche en alcool.

Notons encore qu'il se dégage beaucoup d'acide carbonique au germoir et que, sans précautions, on pourrait y être asphyxié.

On procède enfin au « touraillage ». C'est la dessiccation de l'orge à des températures successivement croissantes de 30 à 50 et jusqu'à 80 et 100 degrés.

Si on chauffait trop brusquement le grain humide, les couches extérieures, transformées en empois, enroberaient le grain dans une enveloppe solide qui résisterait au broyage et qui ne se délayeraient pas dans l'eau. A l'intérieur, la diastase resterait humide et, par cela même, aurait plus à craindre l'action de la chaleur.

Le fourneau avec lequel on opère s'appelle « touraille », un courant d'air chaud s'en élève et passe à travers le grain qu'on a étendu sur une espèce de plate-forme percée de trous comme une écumoire.

Après cette opération, dont la durée est d'environ 48 heures, un simple criblage sépare les germes ou « touraillons » qui servent d'engrais ou que l'on donne comme aliment aux bestiaux. Le malt touraillé porte le nom de « drèche » ; il surpasse en volume le grain dont il provient, mais se réduit en poids à 75 0/0.

Les malteurs anglais fabriquent trois sortes de malt : le malt « pâle » qui n'est desséché qu'à une température inférieure à 40 degrés et qui donne une bière très blanche; le malt « jaune ambré »,

qu'on porte à 70 ou 75 degrés ; le malt « brun », touraillé à 95 ou 100 degrés et dans lequel la diastase est complètement détruite.

Par le mélange à proportions variables de ces trois sortes de malt, on obtient des bières plus ou moins alcooliques et plus ou moins fondées.

Nous en arrivons au « brassage », œuvre spéciale du brasseur, qu'on peut subdiviser en six opérations principales :

1° Le « broyage » ou mouture du malt. Il consiste à réduire le malt en farine grossière au moyen de meules horizontales ou de cylindres écraseurs ;

2° L' « épuisement » du malt par l'eau ou « brassage » proprement dit. On s'y propose de transformer l'amidon contenu dans le malt en matériaux solubles dans l'eau et en partie fermentescibles. Dans ce but, on expose le malt au contact de l'eau à une température convenable et on brasse le mélange pour faciliter l'action. On agit pendant une demi-heure ou trois quarts d'heure vers 50 ou 60 degrés ; on ajoute de l'eau à 90 degrés jusqu'à ce que le mélange soit à 70 ou 72 degrés, on brasse encore et on laisse reposer pendant deux ou trois heures :

Cette opération est la plus délicate et, d'elle surtout, dépend le type de bière que l'on veut fabriquer.

3° La « cuite » et la décoction du houblon.

Après avoir soutiré l'eau devenue claire, on la fait chauffer dans de grandes chaudières avec du houblon dans la proportion d'environ 25 millièmes du poids de la drèche. Les cônes du houblon lui cèdent du tanin et une petite quantité d'huile essentielle qui réprime les progrès ultérieurs de la fermentation et aromatise la liqueur.

4° Le « refroidissement ». Le « moût » de bière, convenablement concentré, est séparé du houblon par filtration et amené dans des cuves larges et peu profondes, appelées « rafraîchissoires », où la température s'abaisse rapidement jusqu'à 15 ou 20 degrés.

5° La « fermentation ». On fait enfin passer le moût dans une cuve profonde, la cuve « guilloire », et on y délaye une petite quantité de levûre, reste d'une précédente opération. Suivant la saison et la qualité de bière qu'on se propose de fabriquer, il faut de un demi-millième à trois millièmes de levûre relativement à la quantité de moût employé.

La fermentation alcoolique se développe et marche d'abord avec une grande activité; puis elle se ralentit peu à peu. Dès qu'elle est arrêtée, on met la bière dans de petits tonneaux qu'on range les uns à côté des autres au-dessus d'une rigile. La fermentation se ranime dans les tonneaux, forme une écume épaisse qui sort par la bonde, descend par la rigole et se rend dans un bassin. Après l'avoir lavée dans des sacs, les « le-

vùriers » donnent à cette écume la consistance d'une pâte ferme et cassante. C'est le ferment, c'est la « levûre de bière », c'est le « levain » des boulangers.

Les tonneaux sont remplis avec de la bière claire et, dès qu'il ne se forme plus d'écume, le produit est livré à la consommation.

6° La « clarification ». La bière est collée comme le vin et mise ensuite en bouteilles, où elle devient mousseuse.

La bière se conserve d'autant plus qu'elle renferme plus d'alcool, qu'on a employé plus de houblon et qu'elle est, en général, mieux préparée ; toutefois, la bière ordinaire ne va guère au delà de trois ou quatre mois après sa fabrication.

Ces notions étant acquises, il nous sera facile de faire connaître les améliorations importantes apportées par Pasteur dans le travail des brasseries et la préparation d'une boisson dont, à Paris seulement, on consomme environ quatre millions d'hectolitres par année.

Des deux matières, orge et houblon, qui servent de base à la fabrication de la bière, la première n'y fait généralement pas défaut. On y substitue, on y ajoute quelquefois d'autres céréales ; ainsi le « faro » est fait avec de l'orge et du blé, et le « pecterman » ou bière forte de Louvain avec de l'orge germée, du genièvre, du blé et de l'avoine non germés.

On fait des bières médicinales, «antiscorbutiques» et au « quinquina ».

Dans les voyages de long cours, les Anglais font même usage d'une espèce de bière qui se fabrique à bord sans orge ni houblon. Ils prennent de la mélasse de canne étendue d'eau et marquant 6 à 7° de l'aréomètre Baumé, y ajoutent des bourgeons de sapin et la font fermenter avec de la levûre sèche. Les bourgeons de sapin communiquent à cette liqueur une amertume analogue à celle du houblon, et il en résulte une boisson saine et assez agréable.

En raison du prix qu'atteint le houblon, on en remplace le plus souvent les fruits par des substances capables de produire un certain degré d'amertume, de la chicorée torréfiée, des feuilles et de l'écorce de buis, qui rendent la bière purgative, de la gentiane, du jus de réglisse qui donne de la couleur, de l'ivraie, du quassia amara, de l'acide picrique qui colore en jaune canari, du trèfle, de l'absinthe, etc., etc. On emploie jusqu'à la strychnine et la brucine, deux alcaloïdes dont l'action toxique est des plus violentes. Il suffit de 0 gr. 025 de strychnine pour déterminer des accidents mortels et il n'en faut pas une dose moindre pour donner une amertume sensible à 35 litres d'eau. On voit avec quelle prudence il faut choisir la bière dont on fait sa boisson habituelle.

Le maltage, avons-nous dit, a pour objet la transformation en sucre ou maltose d'une partie

de l'amidon renfermé dans le grain, et, de fait, cette transformation commence au germoir. Au fond, ce n'est pas ce qu'on se propose, car, pourvu qu'il y ait une quantité suffisante de sucre à l'heure de la fermentation, il est bien indifférent que la transformation s'effectue à un moment plutôt qu'à un autre, pendant le maltage ou pendant le brassage. Le but du malteur, selon nous, est tout autre; il développe et maintient dans le grain, par une bonne conduite de la germination et du touraillage, une proportion convenable du principe azoté que nous avons désigné sous le nom de diastase et qui jouit de la singulière propriété de changer l'amidon en sucre.

Mulder n'admet pas l'existence d'une substance particulière douée de cette propriété, mais il croit toutes les matières albuminoïdes susceptibles, dans un état déterminé de décomposition, de saccharifier l'amidon. Le rôle de la germination ne consisterait, d'après lui, que dans la transformation des substances albumineuses insolubles en substances albumineuses solubles, la mise en activité de celles-ci et le changement de nature de l'amidon, ces trois actions marchant de front dans le germoir.

Nous croyons qu'après les nombreux travaux publiés dans ces derniers temps, la production de la diastase ne saurait plus être mise en doute. C'est un fait de la plus haute importance et qui se renouvelle toutes les fois que la vie se manifeste dans un germe, que ce soit un œuf, une amande,

une graine ou une spore ; c'est l'acte principal de la digestion chez tous les êtres vivants. La diastase change même de nature avec les aliments qu'elle doit dissoudre : on donne le nom d' « amylase » à celle qui, dans l'orge, par exemple, transforme l'amidon en dextrine et en maltose; le nom de « sucrase » à celle qui fait passer le sucre cristallisable, non alimentaire, à l'état de sucre interverté assimilable et fermentescible; le nom de « caséase » à la diastase qui change en un liquide opalescent, presque limpide, le « coagulum » formé dans le lait par la « présure » ou un acide. Ce sont les principales et les mieux connues. Dans l'homme et les animaux, les diastases sont produites avec la salive, le suc gastrique et le suc pancréatique; Claude Bernard a également trouvé de la « sucrase » dans le foie. Les êtres d'une organisation rudimentaire, les microbes, réduits parfois à une simple cellule, produisent eux aussi des diastases variées, à l'aide desquelles ils attaquent, dissolvent et s'assimilent les aliments placés à leur portée. Cela explique pourquoi, en présence d'un aliment déterminé, la vie n'est possible que pour les êtres capables de produire la diastase spéciale qui peut le dissoudre, le digérer.

En 1833, Payen et Persoz ayant retiré la diastase de l'infusion de malt en la précipitant par alcool, la trouvèrent capable de liquéfier et saccharifier simultanément 2000 fois son poids de fécule. En la purifiant davantage, Dubrunfaut, en 1836, par-

vint à lui faire liquéfier jusqu'à 200.000 fois son poids d'amidon.

En 1880, M. Berthelot a isolé la sucrase en précipitant la levure par l'alcool; elle a donné à 100 fois son poids de sucre candi, la propriété de réduire la liqueur de Fehling.

Si nous ajoutons que la diastase est détruite ou cesse d'agir à 72 degrés, on se rendra compte du soin avec lequel doivent être faits le touraillage et le brassage, et la différence des résultats produits dans cette dernière opération par la méthode anglaise et par la méthode allemande. Les brasseurs anglais opèrent « par infusion » c'est-à-dire qu'ils font simplement infuser le malt dans de l'eau de plus en plus chaude sans jamais s'élever à une température qui stériliserait une partie de la diastase.

En Allemagne, en Autriche et dans l'est de la France, les brasseurs opèrent « par décoction » et cela signifie qu'à un moment donné ils font bouillir une portion du moût. Par suite, il y aura une quantité insuffisante de diastase active pour la transformation complète de l'amidon en maltose fermentescible, la bière sera moins alcoolique et elle renfermera une plus grande proportion de dextrine et de matière albuminoïde nutritive.

A ces deux méthodes de brassage correspondent deux modes de fermentation qui concourent au même but. En Angleterre et dans le nord de la France, le moût est mis en levain à 13 ou 15 de-

grés et on laisse la température s'élever à 21. En Allemagne et dans l'est de la France, on ne l'ensemence qu'à 4 ou 5 degrés et, si on le laisse monter à 8 ou 9, ce n'est que pour une boisson destinée à une consommation immédiate. Pour la bière dite de « garde », on abaisse, au contraire, la température à 2 ou 3 degrés à l'aide de « nageurs » remplis de glace, et la fermentation dure de 10 à 20 jours. On conserve ensuite la boisson dans des caves glacières. Les wagons spéciaux qui servent à la transporter chez le débitant sont refroidis par le même procédé et l'on a calculé qu'au moment de la consommation un hectolitre de bière a exigé l'emploi de 100 kilogrammes de glace pour sa fabrication, sa conservation ou son transport. C'est à la fois incommode et dispendieux ; aussi quelques industriels étrangers ont, au risque d'empoisonner lentement leur clientèle, trouvé plus simple de supprimer beaucoup de glace en ajoutant à leur bière une quantité par trop sensible d'acide salicylique.

Après ses importants travaux sur les fermentations en général, il était naturel que Pasteur s'occupât de la bière. Il le fit avec d'autant plus d'ardeur qu'il s'agissait d'une question patriotique et qu'il fallait trouver le moyen de satisfaire avec des produits français des consommateurs très portés vers les bières allemandes. Son étude fut aussi remarquable et aussi féconde en bons résultats que celles auxquelles il s'était livré. C'est même

de là que datent les travaux vraiment sérieux qui ont été publiés sur cette question et qui font peu à peu la lumière sur les diverses opérations du malteur et du brasseur.

Ayant reconnu que les maladies de la bière ont pour cause le développement des ferments acétique, butyrique, etc., il enseigna l'emploi d'une levûre saine et pure, il indiqua le moyen d'opérer la fermentation à l'abri des impuretés et il eut recours au chauffage pour la conservation du produit. Une bouteille de bière, soumise à une température de 50 à 55 degrés, non seulement ne perd pas tout son acide carbonique mais peut encore accomplir sa fermentation secondaire. Le « chauffage » de la bière est maintenant appliqué sur une grande échelle et c'est par reconnaissance qu'on lui donna le nom de « Pasteurisation ».

CHAPITRE VIII

Générations spontanées : Matérialisme, Spiritualisme. — Une leçon magistrale de Pasteur.

On ne bouleverse pas la science sans provoquer des protestations de toute sorte. Il y aurait d'intéressants chapitres à écrire sur celles qui se sont produites à propos des découvertes de Pasteur; mais, dans un exposé aussi succinct de ses travaux, nous ne pouvons rapporter toutes les discussions, toutes les luttes auxquelles ils ont donné lieu. Une seule, la plus importante d'ailleurs, suffira pour montrer l'ardeur, la puissance de notre grand biologiste.

Il s'agit d'une grande et vieille question que les découvertes sur les fermentations avaient remise à l'ordre du jour et qui a vivement passionné le public de 1858 à 1865. Nous voulons parler des *générations spontanées* et du combat auquel les partisans de l'hétérogénie, MM. Pouchet, Joly et Musset, avaient défié Pasteur.

Il s'agissait de savoir si les êtres vivants qui donnent naissance aux fermentations, peuvent, comme le soutenaient les hétérogénistes, naître spontanément, sans parents, dans un milieu dénué de vie, ou bien, si, comme l'affirmait Pas-

teur, ces êtres naissent de germes vivants charriés et déposés par l'air dans le milieu fermentescible.

La théorie des générations spontanées avait compté et comptait de nombreux partisans : Aristote, Van Helmont, Buffon, Needham, parmi les anciens; J. Wyman, en Amérique ; Megazza et Ezzio Castoldi, en Italie ; Richard Owen, un des plus grands physiologistes modernes, et toute l'Allemagne pensante. Les adversaires français de Pasteur étaient, du reste, des savants de haut mérite : Pouchet était membre de l'Institut et directeur du Muséum d'histoire naturelle de Rouen, Joly occupait brillamment la chaire de physiologie à la Faculté des sciences de Toulouse et Musset avait soutenu une thèse de doctorat sur les générations spontanées.

L'opinion des spontéparistes était conforme aux données actuelles de la science. On sait, par exemple, que les corps simples entrant dans la constitution des êtres vivants sont identiquement les mêmes que ceux dont les minéraux sont formés ; les combinaisons organiques sont seulement plus complexes que les autres. Et que devient, après la mort, la matière des êtres vivants ? De l'ammoniaque, de l'acide carbonique, de l'azote, de l'hydrogène sulfuré, etc., substances qui existent dans la nature en dehors de tout être organisé.

En 1828, Wœhler, de Gœttingen, fabrique artificiellement de l'urée ; puis M. Berthelot réalise la synthèse, à l'aide des corps simples, de la plupart

des matières organiques, M. Grimaux parvient même à fabriquer de toutes pièces un colloïde azoté semblable à la caséine, très voisin de l'albumine et, par suite, du protoplasma.

D'un autre côté, on apprend en géologie que la terre doit avoir été d'abord purement minérale.

Si, comme tout l'indique, elle a consisté primitivement en une masse en fusion, les combinaisons organiques, qui ne résistent pas à de hautes températures, ne pouvaient s'y rencontrer, et on ne saurait admettre avec certains philosophes que, en ce qui concerne notre planète, la vie est éternelle comme la matière. Notre globe a dû préalablement se refroidir; il s'est formé à la surface une croûte solide; les eaux s'y sont condensées et, en attaquant les roches plutoniques, elles ont constitué les premiers terrains de sédiment. Quel est le moment précis où la vie est apparue?

Les premiers êtres, probablement très simples, n'ayant pas laissé de traces dans le sol, il paraît difficile d'indiquer l'instant où ils ont été formés, et cependant d'une étude approfondie des fossiles, il résulte rigoureusement que leur production date des premier âges géologiques.

Les terrains les plus récents, les terrains quaternaires, comme on les appelle en géologie, donnent avec le mammouth, le renne, l'ours, le chat et l'hyène des cavernes, l'homme, qui en est le contemporain.

Dans les terrains tertiaires, placés immédiate-

ment au-dessous, on découvre l'hippopotame, les ruminants, les carnassiers, un genre voisin du cheval, l'orang ; puis, un peu plus bas, un singe du genre macaque, des hiboux, des pélicans, des crocodiles, des tortues et divers mollusques, des palmiers, des bambous, des bouleaux, des érables, des conifères, des légumineuses, des malvacées.

Les terrains secondaires, divisés comme les précédents en plusieurs étages, révèlent l'existence de squales énormes, de mammifères marsupiaux, de reptiles nombreux dont quelques-uns sont gigantesques, de mollusques tels que les spirifères, les productus et les huîtres, de conifères, de fougères, de cycadées et de lycopodiacées.

Dans les terrains primaires, la faune et la flore se simplifient encore : il y a quelques poissons, quelques mollusques et certains crustacés ; au-dessous, des fougères arborescentes, des équisétacées, des cycadées et des conifères, qu'on découvre encore dans le terrain carbonifère ; ensuite, on ne rencontre plus que des algues et des madrépores.

Ainsi se révèle cette loi constante que *les animaux et les végétaux ont une organisation de plus en plus simple à mesure qu'on remonte les âges géologiques*. On entrevoit donc le moment précis où les premiers êtres vivants ont fait leur apparition dans un milieu purement minéral ; d'où la conclusion naturelle qu'ils se sont formés chimiquement et à ses dépens dès que la chaleur a pu s'abaisser suffisamment à la surface de la terre.

Ceux que ce raisonnement n'a pu convaincre, ceux qui ne croient pas aux générations spontanées, doivent admettre : ou que notre globe a pu être tout à coup ensemencé par la rencontre d'un autre astre errant, à la surface duquel la vie existait déjà ; ou qu'une force créatrice surnaturelle a engendré les êtres vivants qui existent sur notre planète.

Matérialisme ou spiritualisme, tel était le fond du débat. Le gros public, du moins, n'y attachait pas d'autre sens, quoique certains spontéparistes eussent déclaré ne voir dans les générations spontanées que la continuation de l'œuvre d'un Dieu créateur : « Puisque Dieu a créé, disaient-ils, pourquoi ne créerait-il plus ? Qui donc a vu les sources de la vie et en a mesuré les limites ? Qui oserait affirmer, au milieu du fourmillement des mondes, que Dieu a fini son œuvre et qu'il se repose éternellement dans un éternel repos ? Pourquoi dire à Dieu, l'Infini : c'est assez, rien de plus (1) ? »

Ne semble-t-il pas, en effet, que la synthèse d'un infusoire, qu'un progrès de plus ou de moins en chimie ne saurait rien changer aux lois de la Création, aux splendeurs de la Nature, à l'ordre général de l'Univers ? L'homme, en avançant toujours, ne paraîtra-t-il pas de plus en plus un éclatant rayon d'une intelligence supérieure ? La pensée, la conscience en s'affirmant de mieux en mieux ne

(1) Les hétérogénistes dans les glaciers de la Maladetta, par le docteur Karl.

peuvent devenir de plus en plus négligeables. Non, la question des générations spontanées n'était ni aussi passionnante, ni aussi haute ; mais les esprits étaient montés, il ne s'agissait plus que d'asséner les plus forts coups, que de faire les plus belles expériences.

Pasteur avait assisté souvent à la production soi-disant spontanée des microbes. Il avait notamment vu naître et se succéder le ferment lactique et le ferment butyrique dans de l'eau sucrée mêlée à des substances purement minérales, des phosphates de potasse et de magnésie, un peu de sulfate d'ammoniaque et de carbonate de chaux. Il avait suffi d'un peu de chaleur pour y voir paraître un petit être organisé transformant le sucre en acide lactique et le carbonate de chaux en longues aiguilles cristallines de lactate de chaux, qui remplissaient peu à peu le vase ; puis naissaient des vibrions mobiles qui transformaient le lactate en butyrate et rendaient de nouveau la masse fluide. Comment la vie avait-elle apparu dans ce milieu minéral et sucré ? Ces ferments s'étaient-ils formés d'eux-mêmes ? Provenaient-ils de germes vivants, et, dans ce cas, d'où venaient ces germes ?

Par tous ses travaux, Pasteur était en plein dans la question des générations spontanées et il avait hâte de répondre à ces diverses questions. Il savait que le naturaliste italien Redi, pour empêcher de naître les vers, simples larves de mouches,

dans la chair en putréfaction, l'avait simplement entourée d'une gaze fine. Ne pouvait-il de même empêcher les fermentations ? Il l'essaya et le succès répondit à son attente.

Ayant placé le milieu fermentescible dont il vient d'être question en rapport avec de l'air qui avait été préalablement chauffé à plus de 100 degrés pour en détruire les germes, il ne s'y produisit ni ferment lactique ni vibrions butyriques, et on put le conserver indéfiniment à l'abri de toute altération. Des raisins débarrassés par le lavage des poussières de l'air ou maintenus sous cloche jusqu'à complète maturation ayant été écrasés et mis en contact avec de l'air stérilisé, n'entrèrent pas en fermentation. Après avoir démontré que le phénomène des fermentations est produit par de petits organismes vivants, il établit d'une manière aussi certaine qne les germes de ces organismes viennent de l'air.

Les hétérogénistes jettent alors les hauts cris et accusent Pasteur de revenir simplement à la *ridicule* théorie de l'emboîtement des germes ou *Panspermisme* de Charles Bonnet (1), qui satu-

(1) Bonnet (Charles), philosophe et naturaliste, né à Genève en 1720, mort en 1793. *Considérations sur les corps organisés*, 2 vol. in-8, où il cherche surtout à établir, d'après l'autorité de Spallanzani et de Haller, son système favori de la préexistence ou emboîtement des germes. D'après cette théorie, le *germe* d'une espèce une fois créé contiendrait les germes de tous les individus qui forment le développement successif de l'espèce, celle-ci étant d'ailleurs perfectible et renfermant en germe les éléments et les conditions de son perfectionnement. Toujours

rait la création de germes près d'éclore, flottant partout dans l'atmosphère, d'où ils tombent dans les infusions pour s'y multiplier en nombre incalculable. « En élevant l'air à une si haute température, disent-ils, on le modifie au point de le rendre impropre à provoquer les principes de vie. » Mais Pasteur, imitant absolument Redi, se borne alors à tamiser l'air à travers une bourre de coton avant de le mettre en rapport avec la matière fermentescible et il peut ainsi conserver indéfiniment intacts du sang, de l'urine, une infusion quelconque. Notre illustre expérimentateur fait ensuite la contre-épreuve : cette urine, ce sang, cette infusion, séparés de l'atmosphère par une simple bourre de coton et qui sont là inaltérés depuis de long mois, il suffit d'y tremper la bourre pour qu'ils entrent aussitôt en fermentation.

Pasteur va plus loin encore : il courbe ou rend sinueux le col de ses ballons et il n'y laisse rentrer l'air atmosphérique qu'avec beaucoup de lenteur; les poussières se déposent alors dans les sinuosités du col et les liquides en expérience n'entrent pas en fermentation.

Il semble que ce doit être un triomphe, mais A. Pouchet entre en scène et prétend infirmer toutes les expériences, tous les résultats exposés

d'après ce système, plus poétique et plus hypothétique que solide, l'homme ayant atteint sa dernière perfection doit être transporté dans un séjour plus approprié à l'éminence de ses facultés et doit laisser aux singes et aux éléphants la précieuse place qu'il occupe au milieu des animaux de notre planète.

par Pasteur : *Ayant rempli un flacon d'eau bouillante, il le boucha et le renversa dans une cuve à mercure. Quand l'eau fut refroidie, il déboucha le flacon sous le métal et y introduisit un demi-litre d'oxygène chimiquement pur, puis une botte de foin de quelques grammes qu'il avait maintenue chauffée à plus de cent degrés dans un flacon bouché à l'émeri. Au bout de huit jours, il y avait dans cette infusion de foin une moisissure très développée.* D'où venait-elle, tandis que tous les germes qui auraient pu la produire avaient été détruits ? Le directeur du Muséum d'histoire naturelle de Rouen voyait dans son expérience une preuve indéniable des générations spontanées et il en faisait l'objet d'un mémoire à l'Académie des sciences.

En outre, A. Pouchet, auquel s'étaient joints Joly et Musset, affirmait que, non seulement le nombre de germes c'est-à-dire d'œufs d'infusoires et de spores de champignons flottant dans l'atmosphère est très restreint, mais qu'une liqueur putrescible, mise en rapport avec une quantité suffisante d'air pur et pris en un lieu quelconque, est toujours féconde.

Pour le démontrer, les trois hétérogénistes entreprirent la périlleuse ascension de la *Maladetta* ou la *Maudite*, une des plus hautes montagnes des Pyrénées espagnoles. A la hauteur de 3,400 mètres au-dessus du niveau de la mer, ils remplirent d'air des flacons préparés à l'avance, et, au bout de quelques jours, ils constatèrent avec satisfaction

que les infusions préalablement stérilisées dont leurs appareils avaient été aux trois quarts remplis, étaient peuplés de microzoaires et de microphytes, qu'il n'y avait pas un seul ballon sans monades broutant des Aspergillus et des Penicillium.

Sous le coup de ces attaques, Pasteur ne resta pas inactif. Il s'élèva lui aussi sur le Montauvert et y ouvrit un grand nombre de ballons. Rentré chez lui, il constata qu'un certain nombre d'entre eux étaient restés inaltérés.

« Dès lors, dit-il, il n'y a pas, dans l'atmosphère, continuité de la cause des générations spontanées; il est toujours possible de prélever en un lieu déterminé un volume notable, mais limité, d'air ordinaire, *n'ayant subi aucune espèce de modification physique ou chimique*, et tout à fait impropre néanmoins à provoquer une altération quelconque dans une liqueur éminemment putrescible. » C'est la *semi-panspermie*.

Mais la grande expérience dont A. Pouchet a communiqué les résultats frappants à l'Académie des sciences reste toujours; elle date de 1858 et nous sommes en 1864.

La lutte est vive, grande, sérieuse; Joly est à Paris; il vient défendre, de sa parole ardente, la cause de l'hétérogénie.

Comme il est temps d'en finir, Pasteur se décide à prendre le public pour juge et il fait à la Sorbonne une émouvante leçon qui, par son grand retentissement, clôt pour ainsi dire le débat et dont

nous sommes heureux de pouvoir citer les principaux passages (1) :

« De bien grands problèmes, dit-il, s'agitent aujourd'hui et tiennent tous les esprits en éveil. Unité ou multiplicité des races humaines. — Création de l'homme depuis quelques mille ans ou depuis quelques mille siècles. — Fixité des espèces ou transformations lentes et progressives des espèces les unes dans les autres. — La matière réputée éternelle ; en dehors d'elle le néant. — L'idée de Dieu inutile. — Voilà quelques-unes des questions livrées de nos jours aux disputes des hommes.

« Ne craignez pas que je vienne ici avec la prétention de résoudre l'un quelconque de ces graves sujets. Mais à côté d'eux, dans le voisinage de ces mystères, il y a une question plus modeste qui leur est directement ou indirectement associée, et dont je puis peut-être oser vous entretenir, parce qu'elle est accessible à l'expérience, et qu'à ce point de vue j'en ai fait l'objet d'études que je crois sévères et consciencieuses : c'est la question des générations dites spontanées.

« La matière peut-elle s'organiser d'elle-même? En d'autres termes, des êtres peuvent-ils venir au monde sans parents, sans aïeux? — Il faut bien le dire, la croyance aux générations spontanées a été une croyance de tous les âges, universellement

(1) Extraits de la *Revue* de MM. Menault et Boillot.

répandue dans l'antiquité, plus restreinte dans les temps modernes. C'est cette croyance que je viens combattre. Sa durée pour ainsi dire indéfinie à travers les âges m'inquiète fort peu : car vous n'ignorez pas que les plus grandes erreurs peuvent compter par siècles leur existence; et d'ailleurs, si cette durée pouvait vous paraître un argument, il me suffirait de rappeler ici la puérilité des motifs allégués autrefois en faveur de la doctrine. Voici, par exemple, ce qu'écrivait encore au dix-septième siècle un célèbre médecin alchimiste, Van Helmont :

« L'eau de fontaine la plus pure, mise dans un vase imprégné de l'odeur d'un ferment, se moisit et engendre des vers.

« Les odeurs qui s'élèvent du fond des marais produisent des grenouilles, des limaces, des sangsues, des herbes et bien d'autres choses encore.

« Creusez un trou dans une brique, mettez-y de l'herbe de basilic pilée, appliquez une seconde brique sur la première de façon que le trou soit parfaitement couvert; exposez les deux briques au soleil, et, au bout de quelques jours, l'odeur de basilic, agissant comme ferment, changera l'herbe en véritables scorpions. »

Et ailleurs : « Si l'on comprime une chemise sale dans l'orifice d'un vaisseau contenant des grains de froment, le ferment sorti de la chemise sale, modifié par l'odeur du grain, donne lieu à la transmutation du froment en souris après vingt

et un jours environ. » Et Van Helmont ajoute que les souris sont adultes, qu'il en est de mâles et de femelles, et qu'elles peuvent reproduire l'espèce.

« Voilà les expériences qui, au XVIIe siècle, appuyaient la doctrine des générations spontanées. Puisqu'il y a deux siècles seulement on pouvait encore écrire sur ce sujet de pareilles énormités, que nous importe la durée de cette croyance, ou les noms de ceux qui l'ont défendue, qu'ils s'appellent Aristote ou Van Helmont? Tout au contraire : en me plaçant au point de vue historique, je pourrais remarquer au contraire que cette croyance a suivi le développement de toutes les idées fausses. Au lieu de grandir avec le temps, ce qui est le propre de la vérité, elle a toujours été s'amoindrissant. Aujourd'hui, et depuis longtemps déjà, il n'y a pas un seul naturaliste qui croie à la génération spontanée d'un mollusque, d'un insecte, et encore moins d'un animal vertébré.

« Mais à la fin du XVIIe siècle, une immense découverte, celle du microscope, vint révéler à l'homme tout un monde nouveau, le monde des infiniment petits. A peine vaincue en ce qui concerne les êtres supérieurs, la doctrine des générations spontanées reparut, disant avec audace : Voici mon domaine; voici les êtres qui naissent sans parents; je le reconnais, je m'étais trompée, les conditions actuelles ne sont plus celles qui conviennent à la génération spontanée des êtres supérieurs, mais

elles s'appliquent encore aux êtres microscopiques. Et en effet, chose étrange, dans l'intervalle de quelques heures, on voyait apparaître sur le porte-objet du nouvel et merveilleux instrument des animalcules à l'infini, d'une simplicité d'organisme quelquefois si grande qu'elle excluait toute possibilité de génération sexuelle. Et il y avait tant de ces êtres, ils étaient si divers, si bizarres dans leurs formes, leur apparition était tellement liée à l'existence de toute matière organique végétale ou animale en voie de destruction après la mort, que l'on en vint à cette théorie spécieuse, d'autant plus séduisante qu'on avait à son service le style souple, brillant, imagé et très autorisé du grand naturaliste Buffon.

« La matière des êtres vivants conserve après la « mort un reste de vitalité. La vie réside essen- « tiellement dans les dernières molécules des « corps. Ces molécules sont arrangées comme « dans un moule. Autant d'êtres, autant de moules « différents. Et lorsque la mort fait cesser le jeu « de l'organisation, c'est-à-dire la puissance de ce « moule, la décomposition du corps suit, et les « molécules organiques qui toutes survivent, se « retrouvant en liberté dans la dissolution et la « putréfaction des corps, passent dans d'autres « corps aussitôt qu'elles sont pompées par la puis- « sance de quelque autre moule; seulement il « arrive une infinité de générations spontanées « dans cet intermède où la puissance du moule est

« sans action, c'est-à-dire dans cet intervalle de « temps pendant lequel les molécules organiques « se trouvent en liberté dans la matière des corps « morts et décomposés; ces molécules organiques, « toujours actives, travaillent à remuer la matière « putréfiée, elles s'en approprient quelques parti- « cules brutes, et forment par leur réunion une « multitude de petits corps organisés dont les uns, « comme les vers de terre, les champignons, etc., « paraissent être des animaux ou des végétaux « assez grands, mais dont les autres, en nombre « presque indéfini, ne se voient qu'au microscope. « Tous ces corps n'existent que par une généra- « tion spontanée, et ils remplissent l'intervalle « que la nature a mis entre la simple molécule « organique vivante et l'animal ou le végétal; « aussi trouve-t-on tous les degrés, toutes les « nuances imaginables dans cette suite, dans cette « chaîne d'êtres qui descend de l'animal le mieux « organisé à la molécule simplement organi- « que. »

« Je n'irai pas plus loin sans vous montrer quelques-unes des générations que Buffon croyait spontanées et qui passent encore pour telles de nos jours. Je ne placerai cependant sous vos yeux ni des vers de terre, ni des champignons. Personne ne croit plus que ces êtres viennent au monde sans parents. Buffon, vous venez de l'entendre, le croyait sans hésitation aucune. Ce sont des êtres microscopiques que je dois vous montrer. C'est là,

dit-on, que la génération spontanée est reléguée de nos jours, là où il est plus difficile, en effet, de porter la lumière de l'expérience; mais ayez confiance, je l'y porterai tout à l'heure, et vous ne sortirez pas d'ici sans la persuasion que la génération spontanée des êtres microscopiques est une chimère, à l'égal de la génération spontanée des vers et des champignons de Buffon, à l'égal de la génération spontanée des souris et des scorpions de Van Helmont.

Pasteur fait projeter alors sur le tableau un certain nombre de ces générations dites spontanées, telles que la levûre de bière, les moisissures, les animalcules de l'infusion de foin, les anguillures du vinaigre, etc...

« Ce sont là, dit-il, quelques-uns des organismes regardés comme spontanés au dernier siècle, et encore aujourd'hui par quelques naturalistes.

« Des controverses animées se sont élevées entre les savants, d'autant plus vives qu'elles avaient leur contre-coup dans l'opinion publique, — dans l'opinion publique toujours passagère, vous le savez, — en ces deux grands courants d'idées aussi vieux que le monde, et qui, de nos jours, s'appellent le *matérialisme* et le *spiritualisme*. Quelle conquête pour le matérialisme, s'il pouvait protester qu'il s'appuie sur le fait avéré de la matière s'organisant d'elle-même ! la matière qui a en elle-même déjà toutes les forces connues. Vous la voyez encore dans les premières de ces soirées,

dans la belle exhibition des plus beaux phénomènes naturels qui ont été mis sous vos yeux, vous la voyez encore si puissante et si faible, obéissant à toutes les volontés du savant. — Ah ! si nous pouvions lui ajouter encore cette autre force qui s'appelle la vie, et la vie variable dans ses manifestations avec les conditions de nos expériences ! Quoi de plus naturel que de la déifier, cette matière? A quoi bon recourir à l'idée d'une création primordiale devant le mystère de laquelle il faut s'incliner? Ecoutez plutôt. C'est un adepte de la doctrine qui va parler : « Assistons à l'œuvre « divine, dit un brillant écrivain (Michelet). Pre- « nons une goutte d'eau dans la mer. Nous y ver- « rons recommencer la primitive création. Dieu « n'opère pas de telle façon aujourd'hui, et d'autre « demain. Ma goutte d'eau, je n'en fais pas doute, « va dans ses transformations me raconter l'uni- « vers. Attendons et observons. Qui peut prévoir, « deviner l'histoire de cette goutte d'eau ? Plante- « animal, animal-plante, qui, le premier, doit en « sortir? »

« Cette goutte, sera-ce l'infusoire, la monade « primitive qui, s'agitant et vibrant, se fait bien- « tôt vibrion? qui, montant de rang en rang, « polype corail ou perle, arrivera peut-être en dix « mille ans à la dignité d'insecte? »

« Cette goutte, ce qui va en venir, sera-ce le « fil végétal, le léger duvet soyeux qu'on ne pren- « drait pas pour un être, et qui déjà, n'est pas

« moins que le cheveu premier-né d'une jeune « déesse, cheveu sensible, amoureux, dit si bien « cheveu de Vénus ? »

« Ceci n'est point de la fable, c'est de l'histoire « naturelle. Ce cheveu des deux natures (végé- « tale et animale) où s'épaissit la goutte d'eau, « c'est bien l'aîné de la vie. »

« Ces conferves, comme on les appelle, se trou- « vent universellement dans l'eau douce et dans « l'eau salée quand elle est tranquille. Elles com- « mencent la double série des plantes originaires « de la mer et de celles qui sont devenues ter- « restres quand la mer a émergé. Hors de l'eau, « monte la famille des innombrables champignons, « dans l'eau celle des conferves, algues et autres « plantes analogues. »

« Vous le voyez, messieurs, l'existence des générations spontanées est admise, et l'histoire de la création et de l'origine du monde vivant n'est pas plus difficile que cela. Il suffit de prendre une goutte d'eau dans la mer, de cette eau où il existe toujours, M. Michelet l'a développé antérieurement dans de belles pages, un peu de matière azotée, de mucus de la mer, de gelée féconde, comme il l'appelle.

« On attend, on observe. Et bientôt se présente aux yeux le spectacle de la primitive création, et les premiers êtres nés spontanément se transformant peu à peu, montent de rang en rang, par exemple en dix mille ans, à l'état

d'insecte, en cent mille ans sans doute à l'état d'homme.

« Vous devez comprendre maintenant, messieurs, le lien qui existe entre la question des générations dites *spontanées*, et tous ces graves sujets que j'énumérais en commençant.

« Mais, dans un pareil sujet, assez de poésie comme cela, assez de solutions instinctives. Il est temps que la science, la vraie méthode reprenne ses droits et les exerce. Je m'empresse, d'ailleurs, d'ajouter que je repousse avec la même rigueur les solutions *a priori* partant de vues spiritualistes ou de vues matérialistes. Il n'y a ici ni religion ni philosophie qui tienne. C'est une question de fait que j'aborde sans idées préconçues, aussi prêt à déclarer qu'il existe des générations spontanées si l'expérience m'en avait imposé l'aveu, que je suis convaincu aujourd'hui que ceux qui les affirment ont un bandeau sur les yeux.

« Je prends pour guide ces belles paroles de Buffon, si vrai et si bien inspiré cette fois : « J'avoue, « dit Buffon, que rien ne serait si beau que d'éta- « blir d'abord un seul principe pour ensuite ex- « pliquer l'univers ; et je conviens que, si l'on « était assez heureux pour deviner, toute la peine « que l'on se donne à faire des expériences serait « bien inutile. Mais les gens sensés voient assez « combien cette idée est vaine et chimérique. C'est « par des expériences fines, raisonnées et suivies, « que l'on force la nature à découvrir son secret.

« Toutes les autres méthodes n'ont jamais réussi...
« Il ne s'agit pas de savoir ce qui arriverait dans
« telle ou telle hypothèse... Il s'agit de bien sa-
« voir ce qui arrive et de bien connaître ce qui se
« présente à nos yeux. »

« Est-ce donc à dire que dans ce débat relatif aux générations spontanées, partisans et adversaires n'expérimentent pas à l'envi ? Est-ce que d'un côté il n'y a que des poètes, des romanciers, des savants à système, et de l'autre des hommes prudents qui ne veulent croire qu'aux résultats de l'expérience ? Non, non, Dieu merci, nous sommes plus avancés que cela. La philosophie des sciences expérimentales est plus que cela dans nos mœurs, dans nos habitudes de penser. Des deux côtés dans ce débat, on ne veut croire qu'à l'expérience. »

. . . . . .

« Dès lors, la question peut se poser en ces termes : Qui est-ce qui se trompe ? Qui est-ce qui expérimente à la Van Helmont ? Qui est-ce qui laisse rentrer les souris dans le pot au linge sale, à son insu, et qui les proclame ensuite des générations spontanées ? Est-ce vous, partisan de la doctrine ? Est-ce moi, son adversaire ? C'est ce qu'il s'agit de déterminer avec précision.

« Vous n'attendez pas que je rapporte ici toutes les expériences en litige, ce serait inutilement fatiguer votre attention. Je choisirai parmi les plus importantes.

« Assurément, s'il est des faits que les partisans

de la doctrine des générations spontanées doivent tenir pour vrais, ce sont ceux-là même qui les ont autorisés à relever le drapeau de leur doctrine un peu oubliée et vaincue depuis la fin du dernier siècle. »

Le célèbre membre de l'Institut rappelle ici les expériences qui, à la fin de l'année 1858, ont remis en question la théorie qu'il combat.

« Je ne laisserais aucune prise à la critique, « avait dit M. Pouchet, directeur du Muséum « d'histoire naturelle de Rouen, membre corres- « pondant de l'Académie, le plus décidé partisan « de la théorie de la génération spontanée, si je « parvenais à déterminer l'évolution de quelque « être organisé en substituant de l'air artificiel à « l'air de l'atmosphère. »

Pasteur rapporte l'expérience faite par Pouchet pour réaliser cette exception ; il accepte pour irréprochable cette expérience, mais sur tous les points seulement, ajoute-t-il, qui ont attiré l'attention de son adversaire. « Il y a, dit-il, une cause d'erreur dont celui-ci ne s'est pas douté, dont personne ne s'était douté avant lui, qui rend son expérience illusoire, aussi mauvaise que l'expérience du pot de linge sale de Van Helmont. Je vais vous montrer, ajoute-t-il, par où les souris sont entrées. Je vais établir que dans toute expérience du genre de celle qui nous occupe, il faut proscrire absolument l'emploi de la cuve à mercure. Je vais démontrer que c'est le mercure qui apporte avec lui les pous-

sières, et par suite, les germes qui sont en suspension dans l'air de l'atmosphère (1) ».

Afin de rendre visible à distance l'épreuve à laquelle il allait soumettre le mercure de la cuve placée sous les yeux de l'auditoire, Pasteur y saupoudre de la poussière. Plongeant alors un bâton de verre dans la cuve, il montre à tous les yeux que les poussières cheminent sur la cuve et se dirigent du côté du point où il enfonce le bâton de verre, qu'elles s'engagent alors dans la gaîne existant entre le bâton et le mercure, parce que le mercure ne mouille pas le verre.

Pasteur reproduit d'une manière plus saisissante encore cette expérience à l'aide d'une petite cuve à mercure en verre très profonde.

Toutes les poussières qui recouvrent la surface du métal et qui rendaient cette surface mate se rendent dans la gaîne au moment où l'on enfonce le bâton de verre, de sorte que la surface du métal se découvre entièrement et reprend tout son éclat métallique.

Pasteur insiste alors sur la conséquence de ce fait si simple, mais si grave pour le point en litige, il n'a pas de peine à montrer que telle a été la cause d'erreur qui a échappé au savant naturaliste de Rouen.

Il étudie la composition des poussières qui sont

(1) Dans une réponse de M. Pouchet, insérée au *Moniteur* et dans la *Revue* de MM. Menault et Boillot, ce savant établit que, depuis quatre ans, il ne se sert plus de la cuve à mercure.

en suspension dans l'atmosphère. Il apprend à les recueillir et à les examiner au microscope, et ensuite il projette, à la grande admiration du public, l'image de ces poussières sur le tableau et montre qu'elles sont toujours associées à des corpuscules organisés qui, par leur forme, leurs dimensions et tous leurs caractères, ne peuvent être distingués des germes aujourd'hui connus des organismes microscopiques.

Il indique rapidement le moyen de semer les poussières de l'air dans des vases convenablement disposés où elles amènent le développement des organismes qui naîtraient dans les infusions de ces vases, si celles-ci étaient librement exposées au contact de l'air.

Le savant physiologiste passe ensuite à des expériences d'une démonstration aussi simple que saisissante. Il prouve que, si l'on fait bouillir une infusion de matière organique dans un vase à col préalablement recourbé, puis la laissant refroidir, le liquide de l'infusion ne s'altère plus. Il montre des vases ainsi préparés, qui ont plusieurs années de date, et dont les liquides sont limpides comme de l'eau distillée. C'est que, grâce aux courbures du col, les poussières de l'air ne peuvent pénétrer dans le vase et arriver jusqu'à l'infusion.

« Et moi aussi, par conséquent moi aussi, pourrais-je dire, j'ai pris ma goutte d'eau dans l'immensité de la création, toute pleine de la gelée féconde, c'est-à-dire, pour parler le langage de la

science, toute pleine des aliments appropriés à la nutrition des êtres microscopiques, j'attends et j'observe. Et je l'interroge, et je lui demande de vouloir bien recommencer pour moi la primitive création. — Ce serait un si beau spectacle! — Et je lui demande de vouloir bien, par des transformations successives, me raconter l'univers. Et elle est muette ! elle est muette depuis plusieurs années que ces expériences sont commencées. Pourquoi ? C'est que j'ai éloigné d'elle, et que j'éloigne encore en ce moment, ce qu'il n'est pas donné à la puissance de l'homme de faire, j'ai éloigné d'elle les germes qui sont en suspension dans l'air, j'ai éloigné d'elle la vie, car la vie c'est le germe, et inversement le germe c'est la vie.

« Jamais, non, jamais la doctrine des générations spontanées ne se relèvera du coup mortel que cette expérience lui porte. »

« On peut cependant, dit Pasteur, aller encore plus loin. » Il expose alors que l'une des objections les plus sérieuses que les partisans de la génération spontanée pouvaient adresser à la doctrine adverse reposait sur un fait généralement admis, et qui consiste en ce que la plus petite quantité d'air mise en présence d'une infusion provoque toujours l'altération de cette infusion. Pasteur démontre que cette assertion est absolument fausse.

Il rappelle alors les expériences sur l'air de localités diverses, et il établit que l'on peut toujours

prélever en un milieu quelconque un volume notable mais limité d'air ordinaire, n'ayant subi aucune altération chimique, et néanmoins tout à fait impropre à provoquer une altération, quoique dans une matière éminemment putrescible.

Il présente des ballons qui ont été ouverts sur la mer de glace, sur le Jura, au pied et au sommet du Panthéon... et dont les liqueurs sont aussi limpides que le premier jour.

Plus on se rapproche des lieux habités, plus l'air est agité à petite distance du sol, plus il y a de chances pour y rencontrer des germes d'organismes microscopiques.

« Je n'irai pas plus loin, dit Pasteur en terminant, je sens que ma cause est gagnée. Non, messieurs, non, il n'y a pas une seule circonstance aujourd'hui connue où l'on ait vu des êtres venir au monde sans parents. Ceux qui l'affirment ont été le jouet d'illusions ou de causes d'erreurs qu'ils n'ont pas su apercevoir ou qu'ils n'ont pas su éviter. »

CHAPITRE IX

Les maladies des vers à soie.

Les insectes composent la classe la plus nombreuse du règne animal. On n'y compte pas moins de 200.000 espèces, parmi lesquelles ces beaux papillons semblables à des fleurs volantes, la libellule à la taille fine et au corps chatoyant, le verluisant dont les Indiens se servent pour s'éclairer quand ils voyagent la nuit, la fourmi accapareuse, la cigale qui chante au fort de l'été comme pour avertir que les guérets jaunis attendent le moissonneur, la puce sautillante, le pou horrible et l'infecte punaise, le cri-cri braillard, le hanneton bourdonnant et le ciron imperceptible, la courtilière qui vit sous terre et coupe toutes les racines qui s'opposent à son passage, la sauterelle avide d'herbe fraîche, le charançon qui s'attaque au blé de nos greniers, les vrillettes qui rongent nos boiseries, les dermestes qui détruisent nos vêtements et nos fourrures, la pyrale et le phylloxera qui dévastent nos vignes, les taons qui piquent les chevaux et les bœufs jusqu'au sang, la mouche ordurière, le moustique irritant et la guêpe méchante.

Tout cela est vraiment intéressant par la ya-

riété des formes, la délicatesse des sens et de l'organisation, l'éclat et la richesse des couleurs, les ruses employées par quelques insectes pour se procurer leur nourriture ou se soustraire à leurs ennemis, l'art avec lequel ils accomplissent leurs travaux, par les mœurs et les instincts dont ils sont généralement doués.

Il semble cependant que le vigneron n'admirerait pas moins l'œuvre de la nature sans la pyrale et le philloxera, l'agriculteur sans la courtilière et le charançon et nous-mêmes sans les mites et les punaises. Mais ne devons-nous pas nous en prendre à notre ignorance si nous ne savons mieux nous garantir de ces intéressants animaux, si nous sommes impuissants à utiliser leur habileté et leurs forces ?

Faut-il ne voir en eux que des êtres nuisibles et ne détruisent-ils pas en partie les microbes encore plus malfaisants, qui ne nous tourmentent, ne nous ruinent pas seulement, mais s'attaquent à nos organes et nous tuent ? Une découverte en appelle une autre, et, après celle dont nous sommes les témoins émerveillés, il y a, croyons-nous, lieu de penser que nous apprendrons à jouir sans réserve des ressources naturelles mises si libéralement à notre disposition.

D'ailleurs, à côté des espèces que nous avons citées, il y en a de particulièrement utiles : la cantharide médicinale, la cochenille productrice de belles couleurs écarlates, l'abeille qui produit

le miel et la cire, le bombyx du mûrier qui donne la soie, et c'est justement de cet industrieux insecte que nous avons à parler actuellement.

Dans la région du Midi le bombyx est encore appelé « magnan », d'où le nom de « Magnanerie » donné aux établissements où l'on élève les vers à soie. Cet insecte, originaire de la Chine, fut introduit en Europe au VIe siècle par des missionnaires qui en apportèrent des œufs à Constantinople. A l'époque des Croisades, il passa en Italie et ce fut sous Henri IV que la culture s'en répandit dans le midi de la France où, en peu de temps, elle acquit une grande importance ; en 1849, la cueillette de la soie était évaluée à 120 millions.

On ne voyait dans chaque maison que des claies couvertes de vers et toute la campagne était plantée de mûriers. C'était l'aisance et presque la fortune pour le pays, quand, tout à coup, le précieux insecte fut atteint d'une maladie qui, s'étendant et s'aggravant avec rapidité, mit l'industrie séricicole en péril.

Avant d'en indiquer les symptômes, rappelons que les vers à soie, ainsi que la plupart des insectes, ne naissent pas avec la forme qu'ils doivent définitivement revêtir ; ils passent par trois états successifs : en sortant de l'œuf, après une incubation de 8 à 10 jours, à 15 ou 16 degrés, ils sont vermiformes ; ils ont le corps mou, grisâtre, ne pesant guère qu'un milligramme, ayant huit

paires de tubercules charnus en guise de membres, et, sur la tête, deux points noirs qui sont des yeux ; en broyant les feuilles de mûrier, de laitue ou de salsifis, qui peuvent leur servir de nourriture, leurs solides mâchoires arrivent à faire un bruit pareil à celui d'une forte averse. Ils portent alors le nom de « larves », de « chenilles » et très improprement celui de « vers ».

Les larves grossissent vite, changent quatre fois de peau en 34 jours, cessent de manger et tombent dans une espèce de sommeil au moment de chaque mue, puis leur appétit redouble.

Finalement, elles grimpent sur des brindilles sèches de bruyère, s'y fixent, prennent la forme ovoïde et font leur cocon en s'enroulant pendant trois jours dans un fil de soie jaune d'or ou blanc d'argent, qui sort de leur bouche et qui acquiert une longueur de 300 mètres. Après leur réclusion, leur peau brunit et ressemble à du vieux cuir ; — elles prennent le nom de « nymphes » ou de « chrysalides » et ont accompli leur « première métamorphose. »

On n'y distingue ni tête ni mâchoires, mais, par transparence, les ailes qui se développeront plus tard.

Après un intervalle de 18 à 20 jours, les bombyces percent leur cocon : ils n'ont plus de mâchoires, mais une trompe roulée en spirale, leurs pattes sont grêles et allongées ; ce sont des papillons à ailes blanchâtres, des insectes à l' « état par-

fait » ; ils ont accompli leur « deuxième métamorphose ».

A peine nés, les papillons se recherchent et bientôt les femelles pondent leurs œufs au nombre d'environ cinq cents. Ils meurent après dix jours de vie à l'état parfait.

Mais revenons à ce qui a longtemps désolé les magnaneries : au lieu de grossir régulièrement, de subir en même temps leurs mues et d'arriver ensemble à l'encoconnement, les vers s'inégalisaient. Quelques-uns restaient chétifs, prenaient une teinte foncée et supportaient avec difficulté les crises qui séparaient leurs différents âges ; à chaque mue, de nombreux cadavres jonchaient les claies. Les plus vigoureux arrivaient seuls à terme et opéraient leurs métamorphoses. Recélant même en eux des germes de destruction et de mort, ils les transmettaient aux générations suivantes. Les vers atteints étaient généralement couverts de taches, de meurtrissures noires, comme s'ils avaient été saupoudrés de poivre, d'où le nom de « pébrine » donné à la maladie.

On commença par attribuer ces accidents à la mauvaise graine et on s'en procura à l'étranger. L'Italie, la Grèce et la Turquie en envoyèrent et d'abord tout alla bien ; la récolte de 1853 fut évaluée à 130 millions de francs. Malheureusement l'épidémie gagna les autres contrées séricicoles et la semence étrangère cultivée en France, donna des signes rapides de dégénérescence. Le fléau pa-

raissait même sans remède, quand Pasteur, sollicité par Dumas, son ancien maître et son ami, se rendit à Alais avec sa famille et ses meilleurs élèves pour l'étudier sur place, tenter de rendre l'espoir aux populations découragées et sauver d'une ruine à peu près certaine une portion importante du pays.

On avait vainement essayé de tous les remèdes; fleur de soufre, cendre et suie, goudron, chlore et acide sulfureux, rhum, absinthe et créosote, rien n'y faisait. D'un autre côté, on publiait beaucoup de mémoires, et de Quatrefages, en présentant l'un d'eux à l'Académie des sciences, avait raconté que MM. Filippi et Cornélia, deux naturalistes italiens, avaient toujours rencontré, chez les vers et les papillons malades, de petits corpuscules visibles seulement au microscope. Pasteur, frappé de ce fait, découvrit *a priori* la véritable cause du mal; avec l'expérience qu'il avait des microbes, il n'hésita point à chercher dans les corpuscules signalés la raison de l'épidémie existante. A peine arrivé, il se livra donc à des observations microscopiques assidues, en même temps qu'aidé de sa femme et de sa fille, il se fit éducateur de vers à soie.

Ses recherches ne durèrent pas moins de cinq années, mais il parvint à établir que, selon ses prévisions, les corpuscules étaient la cause unique de la pébrine; il suivit la maladie dans toutes ses phases, montra comment les vers se contaminaient les uns les autres, et, vulgarisant l'emploi

du microscope, il enseigna le moyen de se procurer des graines absolument saines, condition suffisante pour le succès de l'industrie sericicole.

Ce n'est pas tout : l'un de ses essais, tenté avec des œufs provenant de parents non corpusculeux, lui montra qu'une autre maladie, la « flacherie » sévissait contre les vers à soie.

Malgré leurs belles apparences, presque toutes les larves périrent dans cet essai, entre la quatrième mue et la montée à la bruyère. Noires, molles, flasques comme des boyaux vides, elles étaient entrées en putréfaction avec une rapidité extrême, preuve qu'elles étaient la proie de quelque ferment. Pasteur démontra effectivement que des germes nombreux sont toujours ingérés avec la feuille, et que, si ces germes périssent d'ordinaire par l'effet d'une digestion active des vers à soie, ils peuvent se développer et pulluler, quand, par une circonstance quelconque, l'appareil digestif cesse d'avoir une action puissante. « Tout ver flat, disait Pasteur, est un ver qui digère mal, et inversement tout ver qui digère mal est condamné à périr de la flacherie ou à fournir une chrysalide et un papillon dont la vie ne s'est pas normalement accomplie, à cause du trouble apporté par des ferments organisés. »

Suivait enfin l'indication des précautions à prendre pour se préserver le plus possible de cette maladie : elles consistent à n'employer que les graines de ver dont on a pu constater la vigueur

et qui sont montés agilement à la bruyère au moment de filer leur soie.

Les parasites du tube intestinal ne se retrouvent jamais dans la graine; mais, lorsque celle-ci provient de vers affaiblis par la flacherie, elle donne naissance à des êtres mal constitués et destinés par avance à être « morts-flats ». C'est ainsi que la flacherie est héréditaire.

A combien de millions doit-on évaluer de semblables découvertes, et peut-on bien, à l'heure actuelle, en mesurer toutes les conséquences? Les plus graves maladies ne pourraient-elles provenir chez nous, à défaut d'un microbe, d'un simple embarras gastrique? Quelque peu philosophe que l'on soit, les travaux de Pasteur, même présentés de la façon la plus sommaire, éveillent un monde d'idées et d'espérances.

CHAPITRE X

Généralités sur la maladie du charbon. — Observations contradictoires de Davaine et Rayer, Jaillard et Leplat, Dr Koch, Paul Bert. — Pasteur intervient et démontre que les contradictions viennent de ce qu'on a cru n'étudier qu'une maladie, le charbon, tandis qu'il y en avait deux, le *charbon* et la *septicémie*.

Une mouche vous pique. C'est grave, très grave, car si vous négligez de cautériser la piqûre (avec de l'acide phénique d'après le docteur Déclat), vous pouvez être atteints de *pustule maligne*, affection qui entraîne généralement la mort en 48 heures. Effectivement, la mouche a pu vous inoculer un virus mortel. La piqûre d'un bourdon ou d'une abeille, insectes munis d'aiguillon, est plus dangereuse encore. Qu'ils piquent d'abord un animal atteint ou mort de la *fièvre charbonneuse*, ils peuvent très bien transmettre le mal à un homme, à un cheval, à un mouton, à un bœuf.

Suivant l'animal attaqué, la maladie prend des aspects divers. On lui a donné le nom de *pustule maligne* ou *œdème malin* chez l'homme, de *fièvre charbonneuse* ou *charbon* quand il s'agit du cheval, de *sang de rate* chez le mouton et de *sang* ou *maladie du sang* pour un animal de l'espèce bovine.

De 1849 à 1852, une commission de l'*Associa-*

tion médicale d'Eure-et-Loir démontra par de nombreuses inoculations que le *sang de rate* ne se transmettait pas seulement de mouton à mouton, mais donnait la *fièvre charbonneuse* au cheval et la *maladie du sang* à la vache, que la réciproque était vraie et que, de l'un quelconque de ces animaux, la maladie était transmissible au lapin. Il n'était pas douteux que la *pustule maligne* eût la même origine, car, parmi les personnes atteintes, on trouvait surtout des bergers, des cultivateurs, des garçons de ferme, des marchands de peaux, des tanneurs, des laveurs de laine, des équarisseurs et des bouchers.

Sang de rate vient de ce que, dans cette maladie, la rate est particulièrement modifiée. Gonflée, irrégulièrement bosselée à la surface, elle paraît, si on l'incise, transformée en une sorte de bouillie noirâtre. On lui donne le nom de *charbon* de ce que tous les organes prennent des teintes sombres; le sang épaissi et visqueux prend l'aspect d'une gelée de fruit et l'on dirait que la chair de l'animal est cuite. L'homme est généralement atteint à la suite d'une piqûre aux lèvres, au pourtour des yeux, sur un point quelconque de la peau, et cette piqûre, point d'insertion de la maladie, occasionne un gonflement local, une tumeur : c'est l'*œdème malin* ou la *pustule maligne*.

De quelque nom qu'on l'ait d'ailleurs appelé, ce mal avait constitué jusqu'ici le plus redoutable des fléaux. C'est évidemment lui qu'a voulu dé-

crire La Fontaine dans : *Les animaux malades de la peste* :

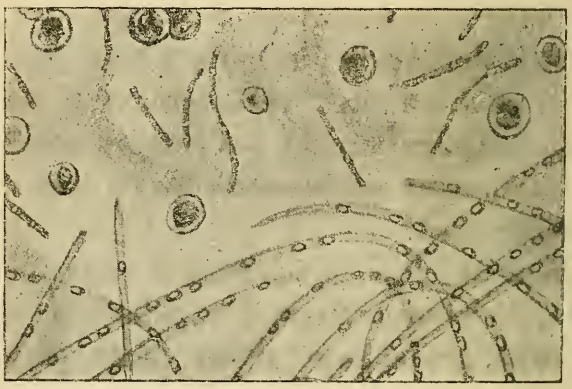
Un mal qui répand la terreur,
Mal que le Ciel en sa fureur
Inventa pour punir les crimes de la terre,
La peste (puisqu'il faut l'appeler par son nom),
Capable d'enrichir en un jour l'Achéron,
Faisait aux animaux la guerre.

Et l'intervention du Ciel indique bien l'ignorance dans laquelle on était relativement à sa foudroyante propagation et à ses retours aussi bizarres qu'inattendus au moment où on s'en croyait enfin débarrassé.

S'attaquant plus spécialement aux animaux d'étable, se communiquant rapidement des uns aux autres, renaissant d'une façon bizarre et comme par une sorte de *malaria* dans des régions spéciales qu'on désignait sous le nom de *champs maudits*, il ravageait souvent le pays, et, pour la France seule, on évaluait à vingt millions par an les pertes éprouvées par l'agriculture. Les autres nations ne lui payaient pas un moindre tribut, et, à certains moments, on ne trouvait partout que misère et ruine. En venant combattre avec un succès inespéré cette ancienne plaie d'Egypte, Pasteur s'est encore une fois élevé au rang des plus grands bienfaiteurs de l'humanité.

D'après le Dr L. Micé, qui a publié sur la *Fièvre*

charbonneuse une brochure où l'on trouve des renseignements très intéressants, Brauell, de Dorpat, aurait le premier signalé dans le sang des animaux charbonneux de petits corpuscules cylindriques allongés et Delafond aurait pris l'habitude de montrer dans ses cours, à Alfort, les corpuscules dont il s'agit. C'est ainsi que la génération



Bactérie du charbon ou sang de rate; forme végétante et sporulation; globules du sang.

de vétérinaires qui suivait ses leçons, il y a soixante ans, a pu observer, dans le sang charbonneux, ce que le professeur appelait le *petit bâtonnet*.

Le Dr Rayer, rendant compte, en 1850, des recherches qu'il avait faites en collaboration avec son confrère Davaine sur la contagion du mal charbonneux, disait : « On trouve dans le sang de

petits corps filiformes ayant environ le double en longueur du globule sanguin ».

On fut loin de penser que ces filaments étaient la cause du charbon. Comment aurait-on supposé qu'un être aussi infime pouvait avoir raison d'un mouton ou d'un bœuf? Les *petits bâtonnets* paraissaient plutôt un effet de la maladie.

Treize ans s'écoulèrent pendant lesquels Pasteur avait démontré que la fermentation lactique et la fermentation butyrique, comme la fermentation alcoolique, sont provoquées par des êtres vivants. L'agent de la fermentation butyrique a même la forme des *petits bâtonnets* découverts dans le sang charbonneux. Davaine se demande alors si le *petit bâtonnet*, la *bactérie*, ainsi qu'il l'a appelée plus tard, ne produirait pas dans le sang la profonde altération qui caractérise la fièvre charbonneuse. Il inocula une goutte de sang charbonneux à un animal sain et il développa chez celui-ci le charbon.

Peu de temps après, deux professeurs du Val-de-Grâce, MM. Jaillard et Leplat contestèrent les résultats obtenus par Davaine. Ils avaient, eux aussi, inoculé à des lapins, le sang d'une vache morte du charbon. Les lapins étaient morts rapidement, mais sans présenter aucune trace de bactéries. De nouveaux lapins, inoculés avec le sang des premiers, moururent également et il fut encore impossible de découvrir le moindre *bâtonnet* dans leur corps. Davaine lui-même put constater

l'exactitude de ces faits; seulement il nia que le sang primitivement employé par MM. Jaillard et Leplat fut du sang charbonneux véritable.

En 1876, le Dr Koch, médecin allemand, reprenant les expériences de Davaine, en confirma les premières conclusions, sans éclaircir les faits produits par ses adversaires, et, de son côté, Paul Bert vint corroborer l'opinion de MM. Jaillard et Leplat.

La question semblait plus obscure que jamais quand Pasteur se décida à s'en occuper. En collaboration avec M. Joubert, il se préoccupa d'abord d'isoler le *petit bâtonnet* selon les règles qu'il avait déjà tracées dans le cours de ses découvertes pour l'isolement des organismes inférieurs. Les deux habiles expérimentateurs reconnurent bientôt que l'urine et le bouillon de poule, exactement neutralisés par une dissolution de potasse, constituent d'excellents terrains de culture, et quand, à force de cultures épurantes successives, ils parvinrent à un parfait isolement, ils inoculèrent à des moutons une goutte du dernier liquide. Ils obtinrent ainsi une mort rapide, et, des symptômes notés pendant la maladie, ainsi que des altérations organiques observées après la mort, ils durent conclure que les moutons soumis à leur expérimentation avaient succombé au charbon. Le microscope permit d'ailleurs d'attester que les *bâtonnets* avaient pullulé dans leur sang, qui put à son tour donner la fièvre charbonneuse

à d'autres animaux. Il n'y avait plus de doute, la cause de la maladie était le bâtonnet, la bactérie ou bactéridie, le *microbe* isolé par Pasteur et qu'on a appelé *bacillus anthracis*.

Comme on aurait pu objecter que le mal était peut être occasionné par le liquide de culture, on plaça celui-ci dans un tube et on le laissa quelque temps au repos. Les microorganismes se déposèrent et furent bientôt surmontés d'une couche limpide. On inocula alors séparément le dépôt et le liquide; le premier seul donna la fièvre charbonneuse. Cette contre épreuve était absolument concluante.

Mais le problème n'était qu'à moitié résolu, et il fallait rendre compte des faits observés par MM. Jaillard et Leplat, confirmés depuis par le physiologiste Paul Bert. Ce dernier, ayant fait périr la bactéridie dans une goutte de sang à l'aide de l'oxygène comprimé, inocula le reste et la mort de l'animal s'en suivit. « Les bactéridies, avait pu dire Paul Bert, ne sont donc ni la cause ni l'effet de la maladie charbonneuse. Celle-ci est donc un virus .»

Pasteur parvint en peu de temps à concilier des faits aussi contradictoires. Il n'y avait pas un seul virus; il y en avait deux : celui qu'il avait isolé, le *petit bâtonnet*, et celui que signalait Paul Bert. Il ne s'agissait pas seulement d'une maladie, le *charbon*, mais de deux également inoculables et

aussi foudroyantes l'une que l'autre. La première était découverte; il fallait découvrir la seconde.

Si l'on veut bien se reporter au chapitre de la *putréfaction*, on verra par quel jeu des microbes *aérobies* et des microbes *anaérobies* se fait, après la mort, la décomposition des subtances animales. Les premiers agissent à la surface, oxydant, dissolvant la matière organique ; les autres pénètrent dans sa masse à des degrés divers et, par soustraction d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique, réduisent la matière à un état plus simple, sous lequel ils l'abandonnent à de nouvelles espèces. Nous avons dit *après la mort*, car Pasteur avait aussi fait voir que le corps des animaux en pleine santé est absolument fermé à l'introduction des germes des organismes microscopiques ; le sang pris dans les artères ou dans les veines, l'urine dans la vessie, peuvent être exposés à l'action de l'air pur sans subir la moindre putréfaction et sans révéler la trace d'aucun microbe. Les muscles, le foie, les reins, le cerveau, à leur état normal, sont également exempts de corpuscules pouvant se transformer en bactéries, vibrions, microbes quelconques.

Seul, le tube digestif est ouvert à toute sorte d'êtres microscopiques. Les *aérobies* peuvent vivre jusque dans l'estomac parce que l'air peut y avoir accès ; plus loin, ce sont les *anaérobies*. Si, par l'effet des forces vitales, les muqueuses de l'intestin résistent suffisamment à l'action de ces êtres

destructeurs dont le développement est favorisé par la température du corps, il n'en est pas de même après la mort. Ils pénètrent alors dans les organes, se répandent dans le sang que les combustions diverses ont rapidement privé d'oxygène et exercent leur action décomposante. Dans un cadavre charbonneux, la putréfaction marche plus vite encore parce que les bactéries ont privé le sang d'oxygène et que les intestins sont couverts d'ecchymoses. Le ballonnement immédiat des animaux qui ont succombé au charbon est une des caractéristiques de la maladie. En tête des vibrions plus ou moins nombreux qui envahissent le cadavre, se trouve le vibrion *septique*. Douze heures après la mort, il s'est mêlé partout à la bactérie charbonneuse. MM. Jaillard et Leplat avaient évidemment reçu du sang dans cet état. En l'injectant, ils avaient sans doute inoculé les deux maladies, le charbon d'une part, la septicémie de l'autre, et, comme la septicémie est beaucoup plus prompte dans son action, l'animal était mort avant que la bactérie charbonneuse eut produit des effets appréciables.

Paul Bert ayant, dans les mêmes circonstances, tué la bactéridie en comprimant de l'oxygène, n'avait très naturellement inoculé que la septicémie. Et, si l'on se demande pourquoi l'oxygène n'avait pas aussi tué le vibrion septique, qui est anaérobie, la raison en est dans le mode de génération, par corpuscules-germes de ce microbe.

C'est encore par la méthode des cultures successives dans des milieux artificiels que Pasteur, assisté de ses deux collaborateurs MM. Joubert et Chamberland, fit la preuve expérimentale de ces faits. Ayant pris du sang analogue à celui qu'avait employé Paul Bert, il en introduisit une partie dans un liquide de culture au contact de l'air, et l'autre partie dans un liquide de culture, soit dans le vide, soit au contact de l'acide carbonique. Le premier liquide produisit abondamment la bactérie charbonneuse, qui est aérobie, et, par inoculation, cette culture donna la maladie du charbon; dans le deuxième liquide, ne put se développer au contraire, que le vibrion septique qui est anaérobie, et, en l'injectant, on donna la septicémie. Cet artifice, qui permettait de séparer ainsi les deux microbes, servit à constater que douze heures après la mort d'un animal charbonneux, son sang ne possédait encore qu'une virulence, celle de la bactérie, mais que, après vingt-quatre heures, il y en avait deux, celle du petit bâtonnet observé par Davaine et celle du vibrion septique si bien mis en évidence par Pasteur. C'était d'une géniale simplicité, et on ne peut imaginer rien de plus net et de plus concluant.

CHAPITRE XI

Encore le charbon. — De sa nature et de la rapidité de ses effets. — De son mode de propagation et de sa réapparition soudaine. — Champs maudits. — Des différences de son action dans nos divers départements. — Conseils.

Le charbon avait pour cause immédiate le *petit bâtonnet*, ou *bactéridie*; c'était un fait définitivement établi.

Mais l'étude de la maladie n'était pas complète, et il fallait se rendre compte de la nature et de la rapidité de ses effets, de son mode de propagation, de sa réapparition soudaine, alors qu'on croyait en être enfin débarrassé, des dangers qui présentaient des régions spéciales appelées *champs maudits*, des différences de son action dans nos divers départements et les diverses contrées de l'Europe. De ce travail d'ensemble sur l'étiologie de la fièvre charbonneuse devaient découler des conseils éclairés sur les moyens de prévenir le fléau ou d'atténuer ses ravages.

Le microbe du charbon étant aérobie, il y a nécessairement lutte entre les globules du sang et lui; chacun attire vers soi l'oxygène de l'air et tend à en priver son adversaire. Soit pendant le passage du sang dans les poumons, soit dans la profondeur des organes, des bactéridies en petit

nombre peuvent très bien ne pas vaincre des globules nombreux et bien portants. Dans ce cas, la maladie ne tarde pas à disparaître, comme cela arrive souvent chez le bœuf. Ce qui atteste entre microbes et globules cette lutte pour l'oxygène, c'est-à-dire *pour la vie*, c'est l'état du cadavre d'un animal mort du charbon ; on dirait celui d'un animal étranglé, pendu, étouffé, noyé, *asphyxié*.

Cependant, chez le mouton, la bactéridie triomphe presque toujours; un mouton charbonneux est un animal voué à une mort à peu près certaine. Le nombre des combattants paraît jouer un rôle moindre, et il semble que le sang du mouton soit un milieu si exceptionnellement favorable au développement, à la multiplication de bactéridies que celles-ci doivent toujours arriver à vaincre les globules. On doit à Pasteur cette observation importante que, si le charbon est presque toujours mortel pour le mouton, le lapin, le cochon d'Inde et l'est souvent pour le bœuf, on l'inocule difficilement au chien et au porc. Il faut insister plusieurs fois pour leur donner la maladie. Encore ne réussit-on pas toujours. Chez les poules, la fièvre charbonneuse est absolument inconnue, et on a beau leur inoculer du virus en quantité, elles ne paraissent même pas s'en apercevoir. Là, ce sont des globules de sang qui triomphent toujours du microbe.

Ce ne fut pas sans peine que Pasteur et ses collaborateurs, MM. Joubert et Chamberland, finirent

par se rendre compte de cette indifférence : la température du corps des oiseaux, 41 à 42 degrès, était défavorable à la vie d'un microbe qu'on ne pouvait plus cultiver à partir de 44 degrès. La preuve en fut rigoureusement faite : ayant refroidi le corps d'une poule à environ 37 degrés en lui maintenant les pattes dans de l'eau à 25, il fut possible de lui donner un charbon mortel. L'abaissement de température du corps de l'animal causait bien seule la violence du microbe, puisque, d'un autre côté, il suffisait, pour guérir une poule inoculée à 37 degrés et donnant des signes certains de la maladie, de la retirer de l'eau et de faire reprendre à son corps sa température habituelle de 42 degrés. Au bout de quelques heures, elle reprenait ses forces et donnait tous les signes d'une bonne santé. Le parasite était anéanti. L'inverse s'est produit pour les grenouilles. M. Gibier a dû les forcer à vivre dans de l'eau à 35-37 degrés pour pouvoir leur communiquer un charbon mortel Ces faits montrent le rôle important que joue le milieu relativement à l'action et même à la vie des microbes.

Un animal charbonneux meurt quelquefois d'*apoplexie*. Les *petits bâtonnets*, en raison de leur forme, ne traversent pas aisément les vaisseaux capillaires; ils en bouchent quelquefois l'entrée, et l'onde sanguine, ne pouvant suivre son cours normal, les force à se distendre. Les vaisseaux en arrivent à se rompre ; d'où un épanchement dans

les canaux ou les tissus voisins. Si le fait se produit pour les capillaires cérébraux, il y a bien apoplexie.

Nous avons eu l'occasion de dire que le sang d'un animal mort du charbon est particulièrement visqueux. C'est aussi au microbe qu'on doit cette viscosité : il secrète un ferment soluble analogue à la pepsine du suc gastrique et l'on s'en sert pour dissoudre ou rendre assimilables les matériaux azotés du sang. Par le fait, les globules ont subi un commencement de digestion de la part des petits bâtonnets. Que l'on prenne un liquide de culture riche en bactéridies, qu'on le filtre à travers du plâtre et qu'on mette en contact la liqueur filtrée avec du sang non charbonneux, on ne tarde pas à y constater la viscosité du sang malade. L'accolement des globules produit par cette viscosité gène le mouvement circulatoire et produit les hémorrhagies caractéristiques de la fièvre charbonneuse.

La maladie du charbon commence, en réalité, au moment même de l'inoculation ; mais elle présente d'abord une période de calme, caractérisée par un défaut de symptômes ; c'est la période de l'*incubation*.

Supposons qu'on ait inoculé deux douzaines de bâtonnets à un animal. Deux douzaines, c'est peu si l'on réfléchit qu'il y en a le plus souvent dix fois plus dans la moindre goutte de sang charbonneux. D'après les observations de Davaine, il faut trois heures pour l'évolution d'un petit bâtonnet : réduit

d'abord à un seul article, il se complète, s'allonge, s'étrangle et se subdivise en 2, 3, 4 fragments. Prenons la moyenne 3. Après trois heures, les 24 sont devenus 72; après 3 autres heures, 215; puis 648, 1,944, etc., ce qui donne après 24 heures, 155,464; après 36 heures 12.754.584 et, après 48 heures 1.033.121.304.

On comprend qu'avec une progression aussi rapidement croissante, les événements se précipitent et qu'au bout de deux jours, le malade soit à l'article de la mort.

Au point où se produit l'inoculation, apparaît une tumeur; cependant chez beaucoup d'animaux malades du charbon, on ne découvre pas de tumeur extérieure. Evidemment l'insertion des microbes dans le sang s'est faite alors par le tube digestif, où des aliments plus ou moins épineux, des chardons et de l'ajonc, par exemple, ont pu occasionner une blessure. Pasteur a effectivement établi qu'en arrosant de semblables aliments avec une culture de bactéridies, ou plutôt avec leurs spores qui résistent aux acides de l'estomac, les moutons prennent invariablement le charbon, tandis qu'il n'en est pas de même quand on leur donne des aliments ordinaires.

La maladie du charbon fait souvent des retours subits et déconcertants. Une étable a été envahie; vite on éloigne les animaux bien portants; après chaque décès, on va enfouir le cadavre au loin; puis le fermier brûle les litières, il enlève la terre

sous-jacente, il fait repeindre les boiseries et badigeonner les murs. Du chlorure de chaux est partout répandu. Par tous ces soins, l'étable est sûrement assainie et l'on n'hésite pas à y ramener les animaux vivants. Trois mois, six mois, un an s'écoulent; tout est rentré dans l'ordre et l'on commence à se remettre de la dernière alerte. Comment, après des précautions aussi méticuleuses, pourrait-on ne pas être tranquille? Et cependant, sans que les animaux aient eu la moindre communication avec ceux du dehors, et au moment où on s'y attend le moins, le fléau fait soudainement une nouvelle apparition. Le fermier est non seulement ruiné, mais déconcerté. C'est bien pour lui un mal inventé par un ciel en fureur. Pasteur et ses collaborateurs, MM. Chamberland et Roux, voulurent se rendre compte de ces bizarreries à leurs yeux plus apparentes que réelles, car il avait été démontré que la maladie ne peut être spontanée et qu'elle a nécessairement pour cause le microbe du charbon. Ce microbe était-il rentré dans l'étable? y rentrait-il du dehors? En tout cas, par quel artifice s'insérait-il dans le sang des animaux et recommençait-il ses ravages ?

On remarqua d'abord que le cadavre d'un animal mort de la fièvre charbonneuse était déposé pendant quelque temps sur le fumier ou la terre qui entourait la ferme; qu'il y avait toujours à cette place du sang perdu par les naseaux, par les urines, par toutes les voies naturelles; que, par

le fait du ballonnement excessif du cadavre, la peau laissait échapper du sang et d'autres liquides riches en bactéridies; que, pendant le transport, quand on allait procéder à l'enfouissement, du sang coulait encore et le microbe était ensemencé dans des terres meubles et aérées, c'est-à-dire, dans les meilleures conditions de vie et de pullulation.

D'un autre côté, par des expériences directes, Pasteur avait démontré qu'il suffisait d'arroser les aliments de cultures artificielles pour inoculer le charbon à une partie des animaux d'autant plus grande que ces aliments étaient plus durs et plus capables de déchirer, de blesser leurs intestins. Il ne pouvait y avoir de doute, c'était l'une des voies par lesquelles renaissait la fièvre charbonneuse. En broutant l'herbe salie par les microbes, les animaux s'inoculaient la maladie.

L'enfouissement lui-même ne faisait point disparaître à jamais les bactéridies. Par l'effet de la putréfaction et par la privation d'air dans les profondeurs de la terre, le microbe du charbon se résout rapidement en spores ou corpuscules-germes, forme sous laquelle ils conservent longtemps la faculté de reproduire des bactéridies. Or, les vers très friands de cadavres descendant dans le sol, vont se repaître des restes de l'animal mort, puis remontent, après la rosée du matin ou après la pluie, et ramènent à la surface du sol le terrible microbe. L'analyse des petits cylindres de terre fine

déposés par les vers à la surface de la terre ont prouvé la présence des spores ou corpuscules-germes, et il a suffi de les inoculer à des cochons d'Inde pour les faire mourir du charbon.

Que des herbivores viennent piétiner ces cylindres, flairer simplement le sol ou manger l'herbe qu'ils salissent, il leur suffit de la moindre blessure dans le tube digestif, aux naseaux ou à la surface des voies respiratoires pour contracter la fièvre charbonneuse.

Les *champs maudits* était justement les parties du sol où l'en enfouissait habituellement les animaux charbonneux et où les animaux restants allaient le plus souvent contracter le *sang de rate*.

Et maintenant que de faits expliqués par ces observations ! N'avait-on pas fait la remarque que la maladie du charbon était fort inégale dans ses apparitions et dans ses ravages ?

C'était la Beauce, aux riches pâturages et aux beaux troupeaux, que le terrible fléau visitait le plus souvent; puis le mal décroissait graduellement à mesure qu'on descendait la Loire. Sur la rive droite du fleuve, dans la Sologne, humide et sablonneuse, la fièvre charbonneuse était complètement inconnue. C'était au point que Delafond, chargé d'étudier la maladie, avait fini par s'arrêter à cette pensée : « La maladie du sang, disait-il, n'est autre chose qu'un trop plein, qu'un excès de sang circulant dans les vaisseaux et surtout que la prédominance dans ce liquide de globules

rouges. » Pour lui, la richesse du sol était la cause indirecte de la maladie; aussi conseillait-il de rationner les animaux et d'affaiblir la valeur nutritive de leurs aliments. Le raisonnement était logique; c'est le principe qui était faux et qui n'aurait pas été posé si Delafond avait employé la méthode expérimentale.

De tout ce qui précède, il résulte qu'on peut, dans une bonne mesure, prévenir la maladie du charbon et en éviter le retour subit. On doit enfouir profondément les cadavres dans des terrains sablonneux ou calcaires peu favorables à la vie des vers de terre et aussi éloignés que possible des champs destinés au pacage des moutons; placer avec eux la litière souillée par leurs déjections et recouvrir le tout d'une couche de chaux vive pulvérisée; au besoin, entourer le lieu de l'enfouissement d'une clôture, afin d'empêcher le bétail d'aller brouter l'herbe au-dessus des fosses; dans les localités pourvues d'ateliers d'équarrissage, envoyer les cadavres à ces ateliers, parce qu'on y fait usage pour tuer les microbes, d'eau bouillante sous une haute pression.

Par l'application de ces préceptes, on est parvenu peu à peu à supprimer les *champs maudits* de la Beauce.

CHAPITRE XII

Choléra des poules. — Le charbon et le choléra des poules ne récidivent pas. — Virus atténués ou vaccins. — Vaccin du choléra des poules. — Vaccin du charbon. — Expériences publiques. — Résultats.

Ses travaux sur le charbon et la septicémie étaient à peine terminés que Pasteur transforma en basse-cour une grande partie de son laboratoire. Si les poules prennent difficilement la fièvre charbonneuse, elles sont souvent atteintes d'un mal terrible qui se propage rapidement et dépeuple parfois tous les poulaillers d'un pays. On l'appelle le *choléra des poules.*

Dès qu'il est en proie à cette affection, l'animal est chancelant, ferme les paupières, se ramasse en boule et attend, dans une angoisse muette, la mort qui ne tarde guère. Une fin si prompte n'empêche pas les désordres intérieurs d'être considérables, et divers observateurs, parmi lesquels Péroncito, vétérinaire à Turin, et Toussaint, professeur à l'école vétérinaire de Toulouse, ont constaté la présence d'un microbe. Pasteur va étudier cette maladie contagieuse, et pour démontrer qu'elle est bien due au parasite, il n'aura qu'à appliquer sa méthode des cultures successives. Il isolera ainsi

le microbe et pourra s'assurer, en l'inoculant, qu'il est la cause exclusive de l'infection.

Jusqu'ici le liquide de culture qui lui a le mieux réussi est la décoction de levûre de bière dans de l'eau, rendue limpide par filtration et stérilisée à une température supérieure à 100 degrés. La plupart des microorganismes se sont contentés de cette nourriture et ont prospéré dans ce liquide; la bactéridie charbonneuse en particulier a pu y prendre un grand développement. Or, il n'en est plus de même avec le microbe qui engendre le choléra des poules; celui-ci y périt, au contraire, en fort peu de temps. C'est un fait d'une haute importance. Il peut à lui seul expliquer pourquoi une espèce animale contracte aisément une maladie et se trouve immunisé contre les autres. L'immunité provient de ce que le liquide de culture, qui est ici le sang de l'animal, convient à un microbe et se trouve défavorable aux autres. Nous savions déjà que les moisissures développées sur le bois humide sont différentes de celles que produisent les confitures acides, que le micoderme du vinaigre ne se développe pas dans le vin et celui du vin dans le vinaigre; qu'en somme, il peut en être des microbes comme des autres plantes : tel climat et tel terrain tuent les unes et rendent les autres exubérantes.

Après quelques tâtonnements, Pasteur découvrit que le bouillon de poule convenait exceptionnellement au nouveau microbe dont il faisait

l'étude. Quel que fût le nombre de cultures successives, le microbe conservait toute sa virulence et il suffisait d'inoculer un millième de goutte de bouillon à une poule pour lui donner le mal avec toute sa violence.

Le canal intestinal des poules se prêtait également très bien au développement et à la multiplication du microbe. De la viande ou du pain ayant été recouverts de quelques gouttes du liquide de culture et donnés comme nourriture à des poules, on put reconnaître que le microorganisme s'était multiplié à l'infini dans les intestins. Les excréments en étaient remplis et on pouvait propager la maladie en les inoculant. Ceci rendait évidemment compte de la manière dont le mal se répandait et produisait ses ravages, dès qu'il avait fait son apparition dans une basse-cour. On y trouvait également une indication sur les moyens à employer pour enrayer la contagion.

Il fallait évidemment, après avoir isolé les animaux atteints, procéder au nettoyage complet du poulailler avec de l'eau phéniquée, de l'eau de chlore ou de l'eau acidulée par l'acide sulfurique.

Aérobie comme la bactéridie du charbon, le microbe du choléra des poules en diffère sous quelques rapports.

Tandis que le sang charbonneux perd sa force en quelques jours quand on l'enferme à l'abri de l'air dans des tubes fermés, le sang de poule, et la

culture en bouillon, dans les mêmes conditions, restent virulents pendant des années.

Un fait à citer encore à l'appui de l'influence du milieu sur la vie et l'action des microbes, c'est que le virus du choléra des poules n'a qu'une action très limitée sur les cobayes. Au point d'inoculation, il se forme un abcès rempli d'un mélange de pus et de microbes ; l'abcès ouvert, l'animal recouvre sa pleine santé, qui, en général, n'a pas été gravement altérée.

Mais, si l'ouverture de l'abcès guérit les cobayes, elle peut contribuer à la propagation de la maladie, attendu que le virus sortant de l'abcès comme d'un vase fermé peut se répandre sur les aliments ou sur des herbes que des poules viendront ensuite picorer.

Le choléra des poules se communique aux lapins avec une grande facilité et l'on sait que l'un des moyens proposés pour détruire ces rongeurs par trop multipliés en Océanie a été de leur apporter cette maladie.

Pasteur constate enfin que, de même que le charbon et les autres maladies contagieuses, le choléra des poules ne récidive pas. S'il ne meurt un animal qui en est atteint se trouve immunisé. On avait depuis longtemps remarqué qu'à peu d'exceptions près une personne n'a pas deux fois la rougeole ou la petite vérole. Mais cette immunité donnée par la maladie elle-même est si extraordinaire qu'elle devait se présenter souvent à

l'esprit de notre grand biologiste comme un problème qu'il fallait aborder, qu'il fallait essayer de résoudre.

Nous savons que Pasteur n'aimait pas les théories vaines et qu'il ne raisonnait que sur des faits bien établis. Or, il était acquis que les animaux qui ne succombent pas à l'action du choléra étaient inaptes à contracter de nouveau le mal. N'avait-il pas constaté encore qu'une poule à laquelle on était parvenu à inoculer le charbon par la méthode du refroidissement et qu'on avait ensuite guérie en la réchauffant dans une étuve était définitivement hors d'atteinte de la maladie? Avec son collaborateur, M. Chamberland, n'avait-il pas dû reconnaître également qu'une deuxième inoculation était sans effet sur des bœufs auxquels on avait donné une première fois la maladie du sang et qui n'en étaient pas morts? Et la vaccine si heureusement découverte par Jenner n'était-elle pas la confirmation du même fait? N'était-ce pas en donnant artificiellement une maladie bénigne qu'on préservait d'une maladie plus virulente? A quelles réflexions dut se livrer au sujet de la vaccine un penseur de l'acabit de Pasteur? Ah! quel bonheur pour l'espèce humaine si, comme la variole, chaque maladie contagieuse avait aussi son *cow pox!*

On n'en était certes pas là, mais nous verrons que l'homme à jamais célèbre dont nous résumons les travaux, découvrira le vaccin de plusieurs ma-

ladies épidémiques, du choléra des poules, du charbon et du rouget du porc, en ce qui concerne les animaux ; de la rage, cette horrible maladie que le chien, par ses morsures, communique souvent à l'homme. A l'heureuse trouvaille de Jenner, à ce remède empirique, le *cow pox,* qui a rendu et rend de si grands services, Pasteur substituera une théorie scientifique, la théorie des virus atténués, celle des vaccins. Il assoira la médecine sur de nouvelles bases, y introduira une doctrine puissante ; il l'enrichira d'une méthode qui aura fait ses preuves et il y aura lieu de tout espérer.

Quel que fût le nombre de ses cultures successives, le microbe du choléra des poules avait conservé toute sa virulence. Une quantité imperceptible de vaccin pris dans la centième culture suffisait pour donner la maladie et la mort ; seulement il y avait une condition, les cultures devaient se succéder à des intervalles de vingt-quatre heures. De telle sorte que, si on laissait écouler un plus long espace entre deux cultures, une semaine, un mois, le virus perdait de sa force; au bout de trois mois, il donnait encore la maladie, mais pas la mort. Fait bien plus extraordinaire, les poules ainsi inoculées ne pouvaient plus être mortellement atteintes, même quand on leur insérait le virus le plus virulent, celui qui les aurait préalablement tuées en quarante-huit heures.

La première maladie les avait immunisées et il

ne pouvait plus y avoir récidive ou du moins, si elles étaient de nouveau atteintes, la maladie n'avait plus une solution fatale. Le choléra des poules avait donc son vaccin, avait donc son *cow pox*. Pasteur venait de renouveler la découverte de Jenner, avec cette différence qu'il connaissait la nature du vaccin, qu'il le savait constitué par un microorganisme dont il avait réglé la culture et dont il avait à volonté diminué la violence. Ce qui en faisait du reste, un véritable vaccin, c'est que le microbe affaibli pouvait être conservé dans cet état à l'abri du contact de l'air dans des tubes fermés à la flamme du chalumeau. Des essais nombreux prouvèrent que son action était efficace et qu'il suffirait de vacciner les poules d'un poulailler pour le mettre à l'abri des ravages auxquels il était précédemment exposé.

Dans la pratique, il faut savoir choisir les degrés d'affaiblissement ou de virulence. Le premier vaccin doit toujours être d'une grande faiblesse, afin qu'aucun animal ne puisse en être mortellement atteint; on use ensuite d'un vaccin un peu plus puissant; puis d'un troisième encore plus fort, jusqu'au moment où on insère le plus virulent. Le virus est d'ailleurs essayé sur des animaux qu'on sacrifie au besoin. Le deuxième vaccin n'aurait déjà pas été sans danger sans l'action du premier; le troisième aurait donné la mort à un grand nombre d'animaux: le dernier les aurait tous tués. Or, par leur action successive, ces

différentes doses de virus n'ont eu d'autre effet que de produire l'immunité. C'est la théorie des virus atténués : elle a fait de Pasteur le glorieux bienfaiteur de l'humanité.

Le charbon était une maladie virulente non sujette à récidive, ainsi que l'avaient constaté MM. Pasteur et Chamberland ; il était donc naturel qu'on en cherchât sans tarder le vaccin. Quel grand service il y avait à rendre à l'Agriculture et au Pays ! Il est vrai que le problème paraissait hérissé de difficultés. Nous avons vu que le microbe du charbon présente divers modes de génération. Dans ses cultures, comme dans le sang des animaux, il affecte la forme de filaments ou de bâtonnets : ceux-ci sont des filaments plus ou moins segmentés. La reproduction se fait d'abord par scissiparité, ce qui signifie que chaque bâtonnet se subdivise en deux, trois ou quatre parties, constitant des êtres complets, lesquels s'allongent et se subdivisent de nouevau en quelques heures. Il se multiplie avec tant de rapidité que les effets du charbon sont généralement foudroyants. Mais que les cultures ou le sang soient exposés pendant quelque temps à l'action libre de l'air, que d'une manière quelconque, l'existence du microbe soit menacée, le mode de génération change. Les filaments ou les bâtonnets se résolvent en corpuscules-germes, le microorganisme monte pour ainsi dire en graine ; il assure ainsi et son existence et sa vi-

talité. Nous avons dit combien il est difficile d'atteindre, d'affaiblir ou de tuer le microbe ainsi transformé. C'est sous cette forme qu'il se répand et s'insinue partout, conservant toute sa virulence et n'attendant qu'une circonstance favorable pour revenir à la forme filamenteuse sous laquelle il produit ses ravages habituels. N'oublions pas les *champs maudits*.

Atténuer un virus formé d'une poussière de germes, il n'y fallait pas songer. De toute nécessité, on devait éviter la transformation en corpuscules-germes et n'opérer que sur le *bacillus anthracis* à forme filamenteuse. C'était, du reste, l'unique forme sous laquelle on connaissait le microbe du choléra des poules et les conditions de l'expérience allaient être les mêmes. Pasteur, M. Chamberland et M. Roux, jeune docteur en médecine que l'on s'était adjoint, commencèrent leurs recherches.

Elles furent longues, mais on découvrit enfin que le microbe du charbon, qui ne se cultive plus à 44 degrés, donnait vers 42 degrés d'assez belles cultures ne se résolvant jamais en corpuscules-germes. Le reste alla de soi. On exposa ces cultures à l'action de l'air, comme on avait fait pour le choléra des poules, en y maintenant une température d'environ 42 degrés. Plus dura l'exposition, plus on vit le virus s'affaiblir ; après quelques semaines, il perdait toute son action. Par l'essai de ces virus sur des individus bien portants, on gradua, leur action, et, chacun servant de vaccin au

virus suivant, on parvint à rendre les animaux absolument indemnes.

Quand, le 28 février 1891, Pasteur porta sa découverte à la connaissance de l'Académie des sciences, il y fut acclamé comme un triomphateur.

Cette communication venait à peine d'être faite que Pasteur reçut de la part de la Société d'agriculture de Melun, la proposition d'un essai en grand. Elle fut accueillie avec empressement et l'on fit les conventions suivantes que les journaux portèrent aussitôt à la connaissance du public :

La Société mettrait soixante moutons à la disposition de MM. Pasteur, Chamberland et Roux Vingt-cinq devait recevoir deux inoculations vaccinales à une douzaine de jours d'intervalle par deux vaccins inégalement atténués. Quelques jours après, ces vingt-cinq moutons et vingt-cinq autres devaient être inoculés avec le virus le plus virulent. Quant aux dix moutons restants, on les gardait comme témoins.

On devait, en outre, expérimenter sur dix vaches : six seulement seraient vaccinées, et, en même temps que les moutons, les dix vaches devaient être inoculées avec le virus le plus virulent.

Rendez-vous fut pris pour le 5 mai 1881 dans une ferme voisine de Melun, à Pouilly-le-Fort, chez M. Rossignol, vétérinaire et secrétaire général de la Société. Les expériences eurent lieu comme il avait été dit, en présence d'un public très nom-

breux, impatient de voir la fin de cette suprême épreuve. Le 31 mai eut lieu l'inoculation la plus violente et dès le 2 juin, tout le monde était de nouveau là pour constater les résultats obtenus. Ils furent tels que les avait annoncés Pasteur :

Les moutons vaccinés étaient tous en bonne santé ; les vaches vaccinées mangeaient paisiblement et n'avaient aucune tumeur. Sur vingt-cinq moutons non vaccinés, vingt-un étaient morts, la chèvre était morte aussi, les trois autres étaient mortellement atteints. Quant aux vaches non vaccinées, elles n'avaient plus la force de se nourrir et des œdèmes volumineux s'étaient formés aux points d'inoculation. On n'entendait que des cris d'admiration.

L'enthousiasme était d'autant plus grand que peu de personnes avaient pu croire à la possibilité de pareils résultats.

Bientôt le laboratoire de Pasteur ne put satisfaire à toutes les demandes de vaccin et l'on dut installer rue Vauquelin, une fabrique spéciale pour cette précieuse préparation. Plus de 500.000 animaux furent vaccinés dans les années 1881, 1882 et 1883, et la mortalité par le charbon fut reconnue dix fois plus faible sur les animaux vaccinés que sur ceux qui ne l'étaient pas. On peut juger par là du nombre de millions que la vaccination d'après le système Pasteur a épargnés au pays.

Deux observations importantes furent faites au cours de ces trois années : d'abord les vaccins

sont impuissants dès que l'animal est infecté et que le charbon est en inoculation ; ensuite l'immunité due à la vaccination a une durée minimum d'un an et devient douteuse après cette période de temps. D'où la conclusion qu'il faut vacciner les animaux tous les ans et qu'on doit choisir pour cette opération, mars et avril, mois pendant lesquels le charbon ne se développe pas.

Malgré le contrôle de cette expérience publique, malgré les résultats non moins concluants de celles qui eurent lieu sur plusieurs points et en particulier à Berlin, où s'était manifestée une vive opposition, les objections ne manquèrent pas. Ou bien c'était à d'autres qu'à Pasteur qu'était dû le bienfait de la vaccination, ou bien le vaccin charbonneux était inutile et souvent nuisible. Il n'y a de pires sourds que ceux qui ne veulent pas entendre, et les savants de l'Ecole Pastorienne auraient eu tort de vouloir convaincre ou contenter tout le monde. Leurs preuves étaient faites ; ils n'avaient qu'à continuer une œuvre qui avait été déjà si féconde.

On a accusé Pasteur de ne pouvoir supporter la contradiction et d'aller jusqu'à la brutalité dans ses réponses à ses adversaires. Ainsi qu il l'a reconnu lui-même, ceci pouvait être vrai des adversaires chez lesquels il reconnaissait le parti pris ou la mauvaise foi; il appelait, au contraire, de tous ses vœux le jugement et la critique

des gens qui cherchaient sincèrement la vérité et le progrès. « Encore plus de lumière ! » Telle était sa devise.

Il était, par exemple, fort sensible à l'opposition systématique que lui faisaient les savants allemands, et l'un d'eux, le Dr Koch, qui avait fait d'ailleurs de belles découvertes dans l'ordre des idées pastoriennes, ayant mis en doute la valeur des documents établissant l'efficacité et l'utilité des vaccinations charbonneuses, Pasteur écrivit dans les termes suivants à la *Semaine médicale :*

« Dans une lettre que j'ai adressée à la Société royale-impériale des médecins de Vienne, le 29 mai dernier, j'ai dit que « les critiques déjà lointaines de l'école de Berlin ont été depuis longtemps réfutées par les faits et que cette école a « changé d'opinion. »

« Le docteur R. Koch, dans un article que publie la *Semaine médicale* du 3 août courant, s'élève contre cette assertion. Il déclare qu'il n'a en aucune façon modifié son opinion sur la valeur pratique des inoculations charbonneuses. J'avais été mal informé : je le regrette pour l'école de Berlin ; mais je m'empresse de donner acte à M. Koch de sa rectification. Cependant, sommes-nous donc si éloignés d'être complètement d'accord? Voici, en effet, ce que dit M. Koch :

« Pasteur s'appuie dans sa lettre sur les résultats des vaccinations en France dans les dernières années : Plus de 200,000 (deux cent mille)

« moutons vaccinés annuellement présentent une « mortalité par le charbon inférieure à 1 0/0, tandis que, parmi les troupeaux non vaccinés, cette « mortalité s'élève à 10 0/0; plus de 20,000 (vingt « mille) bovidés vaccinés par an fournissent une « mortalité qui n'atteint pas 0,5 0/0, tandis que, « sans la vaccination, la mortalité de ces animaux « est d'environ 5 0/0.

« Il semble bien, ajoute M. Koch, se dégager de « ces chiffres que l'inoculation charbonneuse est « d'une haute efficacité. »

« Telle est, en effet, ma conclusion, et je n'ai pas d'autres preuves pratiques de la grande efficacité de la méthode que les chiffres rappelés par M. Koch et qu'il trouve très concluants.

« Pourquoi donc M. Koch se défend-il de croire à la valeur pratique des vaccinations charbonneuses? Uniquement par un sentiment de défiance qu'il ne justifie aucunement. En effet, il termine l'alinéa que je viens de citer par ces mots :

« Qui pourrait se porter garant de l'exactitude « de ces chiffres? Comment et par qui les élé- « ments de ce calcul ont-ils été rassemblés? Voilà « ce que se demande quiconque s'est occupé de « statistique médicale et sait le cas qu'il convient « d'en faire. »

« Il résulte de ce qui précède que M. Koch ne demande qu'une chose pour croire à l'efficacité des vaccinations charbonneuses, c'est la garantie de l'exactitude des chiffres qu'il rappelle.

« Eh bien ! qu'à cela ne tienne. Le congrès qui va s'ouvrir à Vienne, le mois prochain, sera une excellente occasion pour nous entendre. Tous les rapports vétérinaires seront mis à la disposition de M. Koch et des personnes qui désireraient en prendre connaissance, et la méthode générale des inoculations préventives pourra être discutée.

« Si ma santé ne me permet pas de me rendre au congrès, M. Chamberland, auteur des rapports imprimés, présent au congrès, soutiendra les conclusions de son rapport sur les vaccinations préventives. »

« L. Pasteur. »

Pas plus qu'au congrès d'hygiène tenu à Genève en 1882, le docteur Koch n'accepta le défi que venait de lui porter Pasteur. En cette matière, la cause était entendue et le triomphe définitif.

CHAPITRE XIII

Le rouget du porc. — Nouveau mode d'atténuation des virus. — Retour à la virulence et réflexions sur l'atténuation. — Théorie de l'immunité.

Le rouget du porc est une maladie contagieuse qui occasionne de grands dommages aux éleveurs. Il a pour cause un microbe dont la découverte est due à Thuillier, l'assidu, le courageux disciple de Pasteur, celui que la mort devait frapper en Egypte où il était allé étudier sur place le choléra asiatique.

Soumis au système des cultures successives, ce nouveau microbe conserva sa virulence et servit à inoculer le mal dans toute son acuité à certaines races de porcs. Comme pour le microbe du charbon, on en atténua l'effet par l'action de l'air et il servit de virus-vaccin.

On savait que le virus charbonneux et celui du choléra des poules avaient eu des actions variables avec les espèces animales inoculées, que les poules n'avaient pu prendre qu'avec difficulté la maladie du charbon et que les cobayes avaient résisté au microbe du choléra des poules.

Pasteur voulut savoir s'il en serait de même du microbe du rouget. Il l'inocula successivement à diverses espèces d'animaux.

D'abord à un pigeon, qui mourut après un intervalle de six à huit jours. Prenant le sang de ce premier pigeon, il l'inocula à un second ; du second, il passa à un troisième et ainsi de suite. Qu'arriva-t-il? Les symptômes de la maladie apparurent de plus en plus vite et la mort elle-même survint plus rapidement. Enfin, le sang du dernier pigeon ayant été inséré dans le corps d'un porc, celui-ci fut plus gravement atteint et sa mort plus prompte que si on lui eût inoculé le sang d'un autre porc mort du rouget naturel, du rouget *spontané*, comme on disait quelquefois. *Le virus était donc devenu de plus en plus virulent par son passage à travers le sang des pigeons.*

Les mêmes expériences recommencées avec des lapins donnèrent des résultats tout différents. En partant du sang d'un porc mort du rouget ou des cultures toujours virulentes auxquelles ce sang avait donné lieu, on inocula successivement un certain nombre de lapins. Tous ces animaux moururent en peu de jours ; mais le sang du dernier lapin, inoculé à un porc, n'occasionna pas sa mort. Il le rendit seulement assez malade pour qu'on pût reconnaître les symptômes du rouget. *Le virus s'était donc atténué pendant son passage à travers le sang des lapins.*

Pasteur avait ainsi découvert un nouveau mode d'atténuation des virus. Nous verrons dans le chapitre suivant le parti qu'il en sut tirer pour la guérison de la rage.

Atténuer, affaiblir ainsi les virus, c'était rendre pratique le système des vaccinations. Plus on avait de moyens de produire les virus-vaccins, plus la vaccine était aisée et plus on pouvait en généraliser le salutaire usage. Mais le problème inverse avait aussi son importance, et, disposant d'un virus atténué, il était bon de pouvoir lui restituer son énergie, la virulence meurtrière qu'il avait d'abord. Le problème fut également résolu par Pasteur.

Ayant pris un virus charbonneux tellement atténué qu'il ne tuait même pas un cobaye né d'une semaine, il l'inocula à un cobaye d'un jour, ce qui en provoqua la mort. Avec le sang de cette première victime, il agit sur un cobaye un peu plus âgé; il passa à un troisième et ainsi de suite, jusqu'aux cobayes adultes, après quoi il parvint à tuer des moutons et des bœufs. *Le virus avait donc progressivement repris ainsi son énergie primitive.*

Pasteur opéra d'une manière analogue pour le virus du choléra des poules. En inoculant des poussins de plus en plus âgés et résistants ou des oiseaux de force croissante, tels que serins, canaris, moineaux, etc., il en arriva à tuer de nouveau les poules adultes. Le microbe s'était accoutumé peu à peu à vivre et à se développer dans le terrain où on l'ensemençait; il avait pris des forces vitales de plus en plus grandes, finissant par vaincre les résistances présentées par des ani-

maux progressivement plus développés. Ne semble-t-il pas que l'atténuation soit une affection constitutionnelle, héréditaire, dont, après plusieurs générations, le microbe parvient à se débarrasser, grâce au milieu favorable dans lequel on le fait vivre? Sous l'action de l'air, dans le sang de certains animaux, comme les plantes dans des terrains ou sous des climats contraires, les microbes meurent ou se rabougrissent, ils disparaissent ou produisent des races faibles. Dans le cas des microbes pathogènes, ils sont alors moins redoutables. Mais, que les circonstances changent, que ces microbes aient pu reprendre toute leur vitalité ou bien que nous soyons nous-mêmes affaiblis par la fatigue ou les privations, nous succombons à leur atteinte. Pasteur l'a dit à propos des maladies virulentes qui apparaissent brusquement comme le typhus des armées ou des camps :

« Sans doute, les germes des microbes, auteurs de ces maladies, sont partout répandus, mais atténués, et, à cet état, l'homme les porterait sur lui ou dans son canal intestinal sans grand dommage, et ils ne seraient prêts à devenir dangereux que quand, par des conditions d'encombrement et peut-être de développements successifs à la surface des plaies, dans des corps affaiblis par la maladie, leur virulence se trouverait progressivement renforcée. »

S'il est un problème physiologique intéressant,

c'est assurément celui de l'immunité vaccinale. Qu'on ait été l'objet d'une atteinte antérieure, qu'on soit inoculé à l'aide du *cow pox* ou d'un virus-vaccin quelconque, on est désormais *indemne réfractaire* à la même maladie infectieuse.

Qu'arrive-t-il en pareil cas? Quel changement s'opère-t-il dans le sang, dans les diverses parties de l'organisme? On comprend l'atténuation et le retour des virus à leur première virulence, le sang des animaux pouvant être comparé à un liquide de culture plus ou moins favorable à la végétation des microbes inoculés. Mais comment expliquer les effets de la vaccination?

Disons tout de suite que ce point est resté obscur et que le problème de l'immunité attend encore sa solution définitive. Cependant Pasteur et ses disciples ont groupé un nombre suffisant de faits pour expliquer, dans une certaine mesure, le mécanisme de l'immunité.

Deux explications se présentent naturellement à l'esprit :

1° Ou bien la première végétation bactérienne épuise dans le sang les substances indispensables à la vie et au développement de l'espèce ;

2° Ou bien l'action d'un premier microbe laisse dans l'organisme des principes contraires à une nouvelle germination.

D'où la théorie de la *spoliation ou de l'épuisement d'une substance utile* et celle de l'*addition ou de la sécrétion d'un principe nuisible*.

M. Raulin, un pastorien de haute valeur, actuellement professeur à la Faculté des sciences de Lyon, a produit un fait très favorable à la première hypothèse, dans une étude approfondie de l'*Aspergillus niger*, la moisissure des gelées acides, dont les filaments ont l'aspect d'asperges naissantes passant du ton jaunâtre au noir au moment de la fructification.

Ce jeune savant avait trouvé mieux que les jus acides pour obtenir un grand rendement de ce petit végétal. A force de tâtonnements, il avait pu donner la formule d'un liquide essentiellement nourricier, qu'on a appelé le *liquide Raulin* et qui contient un cinquante millième de sulfate de zinc. Mais, chose curieuse, dès qu'une génération avait consommé ce sulfate, la végétation, si on ensemençait dans le liquide de nouvelles spores, y devenait languissante ou nulle.

Cette découverte était des plus importantes ; elle suffisait à elle seule pour expliquer les effets de la vaccination ; on nous inocule un microbe, celui de la variole, du charbon ou de la rage ; il se nourrit de notre substance, il se multiplie, il épuise certains principes, et, s'il ne nous a tués dans l'intervalle, il rend et son existence et son retour impossibles. L'essentiel est de résister suffisamment à son action ou de la rendre moins malfaisante.

De son côté, Pasteur avait établi que le bouillon de poule, qui a servi pour une première culture du microbe pathogène du choléra des poules, reste

stérile, quand, après avoir été soigneusement filtré, on le soumet à un nouvel ensemencement du même microbe. « Et cette stérilité, dit-il, tient bien à l'épuisement du bouillon en question, et non à ce que la première prolifération aurait laissé dans ce bouillon des matières nuisibles à la reproduction du microbe, car, si, après avoir fait évaporer à froid et dans le vide ce liquide, on le ramène à son volume primitif au moyen d'un bouillon de culture, le microbe s'y développe : preuve que le résidu de la première culture ne contenait pas de substance s'opposant à la reproduction du microbe. »

L'expérience semble décisive ; aussi Pasteur se crut-il autorisé (lettre à M. Dumas) à « envisager l'organisme comme un milieu de culture qui, par une première atteinte du mal, perdrait, sous l'influence de la culture du parasite, des principes que la vie n'y ramènerait pas, ou n'y ramènerait qu'après un certain temps ».

Depuis lors, il a paru des travaux nombreux (1) sur les toxines engendrées par les microbes, et Pasteur lui-même a hésité, en 1885, à maintenir ses affirmations précédentes.

« Se pourrait-il, a-t-il dit en 1885, que ce qui constitue le virus rabique soit formé de deux substances distinctes, et qu'à côté de celle qui est

(1) Lire les remarquables travaux de M. Armand Gautier, professeur de chimie à la Faculté de médecine, sur les *Ptomaïnes et les Leucomaïnes.*

vivante, capable de pulluler dans le système nerveux, il y en ait une autre, non vivante, ayant la faculté, quand elle est en proportion convenable, d'arrêter le mouvement de la première ? »

Et ce doute de Pasteur était basé sur ce fait encore énoncé par M. Raulin, son ancien préparateur : « La végétation de l'*aspergillus niger* développe une substance qui arrête, en partie, la production de cette moisissure quand le milieu nutritif ne renferme pas de sels de fer ».

Entre temps, M. Chauveau, expérimentant sur des moutons d'Afrique, naturellement réfractaires au charbon ordinaire ou *sang de rate*, et sur des moutons indigènes rendus réfractaires artificiellement, arrivait à conclure que le succès de la vaccination est, avant tout, une question de doses. La mortalité fut très faible ou nulle chez les animaux inoculés avec de très petites quantités de virus; elle fut forte, au contraire, chez les animaux inoculés avec de fortes doses, et d'autant plus considérable que les animaux avaient reçu de plus grandes quantités de l'humeur virulente. M. Chauveau tire de là les conclusions suivantes : « Les faits que je viens de faire connaître démontrent, dit-il (Compte rendu de l'Ac. des sc., T. XII, page 537), que la bactéridie charbonneuse se comporte dans l'organisme des moutons algériens, non pas comme s'il était privé des principes nécessaires à la vie bactéridienne, mais bien plutôt comme si c'était un milieu rendu impropre à cette dernière par la

présence de matières nuisibles. En très petit nombre, les bactéridies sont arrêtées dans leur développement par l'influence inhibitoire de ces substances ; très nombreuses, au contraire, elles peuvent surmonter bien plus facilement cet obstacle à leur prolifération. »

Il resterait donc démontré, d'après M. Chauveau, qu'au moins pour le sang de rate, l'immunité acquise après une première infection proviendrait d'une résistance opposée à un nouveau développement de microbes par l'influence d'une matière résiduelle provenant d'une première évolution de l'agent pathogène.

Cette matière résiduelle ne serait-elle pas un poison soluble produit de la vie bactéridienne ?

Il n'a pas été possible d'en faire la démonstration directe ; ce qui n'a pas fait de doute pour M. Chauveau, c'est l'imprégnation de l'organisme par une matière stérilisante.

Encore un fait tiré des travaux de M. Raulin : l'*aspergillus niger* cesse brusquement de végéter si, à 1,600,000 parties de son liquide de culture, on ajoute une partie de nitrate d'argent.

L'argent est si hostile à cette moisissure qu'elle ne peut pas même commencer à végéter dans un vase de ce métal, bien que l'analyse soit impuissante à constater qu'une portion quelconque de la matière du vase se soit dissoute dans le liquide.

Les microbes sont donc d'une sensibilité telle qu'une parcelle de poison, si infime qu'elle soit,

produite par leur végétation peut très bien empêcher la récidive. C'est encore un fait favorable à la seconde hypothèse.

A l'heure actuelle, les travaux de MM. Roux et Yersin sur le microbe de la diphtérie et l'application triomphante de la sérothérapie au croup font pencher définitivement la balance en faveur de la théorie de l'addition ou de la sécrétion, par les microbes, de poisons solubles. Il est maintenant certain qu'après filtration, c'est-à-dire après enlèvement du microbe, les liquides de culture conservent toutes leurs propriétés de virus-vaccin. Ces propriétés ne sont donc pas exclusivement attachées aux éléments vivants.

L'hypothèse de l'épuisement d'un principe utile et celle de la production d'une substance sensible ne semblent pas d'ailleurs absolument contradictoires. Le fait emprunté aux travaux de M. Raulin et cité le premier, établit que l'épuisement du sulfate de zinc rend un liquide de culture impropre à la végétation de l'*aspergillus niger*. Est-ce qu'en agriculture on ne constate pas des faits analogues? N'est-on pas obligé d'alterner les cultures pour obtenir dans un même terrain des récoltes rémunératrices? Jadis on laissait un champ en jachère jusqu'à ce qu'il eût réparé ses pertes. Maintenant on évite, par des engrais appropriés, et la jachère et les cultures alternantes; le succès des engrais chimiques est basé sur la théorie de l'épuisement.

Mais ne peut-il pas se produire en même temps,

soit de la part du microbe ensemencé, soit de la part des cellules organiques, des sécrétions microbiennes nuisibles? Nous avons vu que cela ne fait plus l'objet d'un doute.

Ce qui n'est pas admis par beaucoup de physiologistes, c'est que les théories précédentes, même basées sur des faits certains, puissent expliquer la persistance, parfois très longue, de l'immunité vaccinale, alors que tout, dans l'organisme, est soumis à la loi inflexible d'un renouvellement incessant.

Quelques-uns ont pensé qu'il se produit, dans les organes, des modifications matérielles qui les rendent plus aptes à la résistance.

D'autres ont prétendu que les microbes et les éléments organiques, obligés de puiser leurs matériaux dans le même milieu, se livrent à une véritable lutte pour la vie; lorsque les éléments cellulaires n'y succombent pas, ils restent mieux aguerris pour une seconde lutte et transmettent héréditairement leur disposition aux nouvelles générations de cellules.

Ici prend place la théorie aussi intéressante qu'originale de M. Elie Metchnikoff, un pastorien du plus haut mérite. C'est encore la lutte pour la vie, mais cette lutte est ici plus circonscrite et indiquée d'une manière plus précise. Cette théorie est connue sous le nom de *phagocytose*.

Si on examine une goutte de sang au microscope, on y distingue des globules rouges et des globules blancs. On savait déjà depuis longtemps

que, si le microscope est maintenu à la température du corps humain, on peut voir les globules blancs étendre ou rétracter de petites expansions ou pseudopodes et ramper à la façon des *amibes*, ces êtres qu'on place au dernier échelon de l'échelle zoologique. On se trouve là en présence de créatures vivantes indépendantes.

L'attention a été appelée sur ces corpuscules par le pathologiste allemand Cohnheim, qui a constaté que, dans certaines conditions inflammatoires, ils passaient à travers les pores des parois des vaisseaux sanguins les plus fins et s'échappaient dans les interstices des tissus voisins. M. Metchnikoff a observé qu'après leur passage à travers les parois des vaisseaux, les globules blancs non seulement rampent comme les amibes, mais s'alimentent et digèrent comme eux. Il a constaté, par exemple, que, lorsque le corps d'un crustacé microscopique, une sorte de puce de mer, est infecté d'un champignon dont les spores pointues ont traversé la carapace, ces spores sont entourées de globules blancs qui essayent de les dévorer. S'ils y parviennent, l'animal résiste à l'attaque du parasite; s'il y a plus de spores que ne peuvent en détruire les globules blancs, les *phagocites* (mangeurs de cellules), comme les appelle M. Metchnikoff, la puce de mer succombe bientôt.

Les globules blancs ou *leucocytes* sont donc des instruments de combat dont l'organisme dispose pour sa défense.

Qu'un corps étranger pénètre dans notre corps, une écharde ou un microbe, il se produit une réaction qui attire les phagocytes autour du point envahi, et alors commence la lutte. Le nombre des cellules défensives est même en rapport avec les dimensions du corps envahisseur, et il peut arriver qu'elles se fusionnent au point de former des *cellules géantes*. Si l'ennemi qu'il s'agit de combattre consiste en une poudre colorée, telle que la poudre de carmin, les phagocytes se l'incorporent et la suppriment. Si le corps étranger est une écharde, les cellules défensives accourent, et, comme elles ne peuvent se l'incorporer, elles l'entourent et forment autour de lui un abcès qui favorise son expulsion. N'a-t-il pas été déjà question de l'abcès qui se forme dans le corps des cobayes autour du microbe du choléra des poules? Ne pouvant l'exterminer, les phagocytes en ont arrêté l'envahissement. Dans ce cas, les cellules défensives l'emportent et l'animal survit; mais la scène change quand on inocule des pigeons. Cette fois, c'est la défaite des éléments cellulaires et la victoire reste au microorganisme, cause de l'infection.

Et maintenant, qu'on inocule un virus atténué suivant la méthode pastorienne, les microbes affaiblis deviendront la proie des globules blancs. On comprend dès lors pourquoi ces globules, aguerris par l'habitude, résisteront à l'action d'un virus plus violent. Augmentant d'ailleurs en nom-

bre en même temps qu'ils améliorent leurs qualités de combat, les phagocytes finissent par être en état de repousser toute nouvelle attaque, si virulente qu'elle soit, et, comme leurs qualités combatives se transmettent de génération en génération, la conception de M. Metchnikoff explique très naturellement le fait de l'immunité. Bien plus, cette théorie montre pourquoi l'immunité ne dure pas indéfiniment : d'après la loi qui impose aux rejetons une tendance à revenir peu à peu au type primitif, les corpuscules blancs perdent tôt ou tard les qualités guerrières, l'ardeur exceptionnelle qu'ils avaient acquise, et l'organisme, privé de sa garde accoutumée, peut subir une nouvelle et mortelle invasion.

Il y aurait à citer la longue série des belles expériences à l'aide desquelles le savant russe a établi d'une façon indéniable que la phagocytose est le principal moyen de défense des êtres vivants contre l'action de leurs ennemis microscopiques. Le grand chirurgien anglais Joseph Lister y croit comme à une vérité scientifiquement démontrée. « La production de substances antitoxiques, a-t-il dit, réagissant contre les poisons des microbes a évidemment une grande importance, mais dans les nombreux cas où les animaux sont naturellement réfractaires à certaines maladies infectieuses, le sang ne produit aucun élément antitoxique qui puisse rendre compte de l'immunité naturelle. La phagocytose paraît être dans ces cas

le seul facteur de défense ; et, même dans les cas où le sérum possède des propriétés antitoxiques, ou, comme cela semble arriver quelquefois, des propriétés germicides, il semble que la phagocytose doive encore intervenir pour l'expulsion des microbes morts. De récentes observations sembleraient d'ailleurs indiquer que les éléments utiles du sérum peuvent, eu égard au vaccin, dériver des sucs digestifs des phagocytes. »

M. Lister trouve dans la phagocytose une explication claire de la guérison des plaies par première intention : « Le sang entre les lèvres de la plaie, dit-il, se peuple rapidement de phagocytes qui montent la garde et saisissent les microbes de la putréfaction dès que ceux-ci essayent de pénétrer. »

C'est un chapitre de roman, a-t-on pu dire en parlant des idées émises par M. Metchnikoff. Sans doute, mais l'histoire ne semble-t-elle pas souvent plus romanesque que les œuvres les plus brillantes de l'imagination? En tous cas, la phagocytose projette des clartés saisissantes sur des sujets jusque-là bien obscurs et l'accueil dont elle a été l'objet de la part des savants de l'ordre le plus élevé, doivent la faire considérer comme un des plus beaux chapitres de la pathologie moderne (1).

(1) La question de l'immunité est reprise au chapitre XVII consacré à la diphtérie et aux méthodes sérothérapiques. Il y aurait aussi à lire les intéressants travaux de MM. Calmettes, Phisalix et Bertrand sur le venin des serpents.

CHAPITRE XIV

Étude de la rage chez le chien et chez l'homme. — Vaccination rabique.

Les maladies du vin, celles des vers à soie, le charbon, le choléra des poules, le rouget du porc, avaient été successivement l'objet des travaux de Pasteur. Les résultats auxquels il était arrivé, en collaboration avec ses élèves, avaient montré tout ce que l'on pouvait attendre des théories microbiennes.

Le monde savant, le public, le gouvernement, avaient compris qu'une bienfaisante révolution s'opérait. Jusqu'ici, l'Agriculture en avait surtout bénéficié, mais on sentait qu'il ne s'agissait pas seulement d'un progrès matériel, d'une amélioration, si considérable qu'elle fût, du bien-être général. Les découvertes relatives à l'action des microbes avaient une portée plus haute, et, contrairement aux assertions de quelques détracteurs tenaces, elles créaient une science nouvelle, la biologie, et bouleversaient l'art de guérir. Selon l'expression de M. Ch. Richet : « Il y aurait deux périodes dans l'histoire de la médecine : la médecine avant Pasteur, la médecine après Pasteur. »

Pour triompher des dernières résistances, le

créateur, le grand apôtre du parasitisme, sentait cependant qu'après ses études sur les animaux, il fallait s'occuper de celles qui attaquent l'espèce humaine.

Il fit, en compagnie du Dr Maurice Raynaud, de belles observations sur le furoncle, dont il cultiva le microbe. Avec le concours du chirurgien Lannelongue, il étudia l'ostéomyélite, maladie des os et de la moelle; son pus recélait un microbe analogue à celui du furoncle. Sur l'appel du docteur Hervieux, il s'occupa de la fièvre puerpérale qui fait un si grand nombre de victimes. Au cours de ces études, il put mettre en lumière l'utilité du traitement antiseptique basé sur la théorie des fermentations, au sujet duquel le grand chirurgien anglais Joseph Lister lui écrivait :

« J'ignore si les Annales de la chirurgie britannique ont jamais passé sous vos yeux. Dans le cas où vous les auriez lues, vous avez dû y trouver, de temps à autre, des nouvelles du système antiseptique que, depuis ces neuf dernières années, je tâche d'amener à la perfection. Permettez-moi de saisir cette occasion de vous adresser mes remerciements les plus cordiaux pour m'avoir, par vos brillantes recherches, démontré la vérité de la théorie des germes de putréfaction et m'avoir ainsi donné le seul principe qui put mener à bonne fin le système antiseptique. »

Quels services rendus à la chirurgie par l'acide

phénique et l'acide borique maintenant en usage dans les hôpitaux du monde entier ! Les solutions de ces acides sont souveraines pour empêcher la fièvre puerpérale d'éclater, la gangrène d'hôpital de se produire et de se répandre.

Ce ne fut pas tout.

De toutes les maladies, la plus cruelle et la plus effrayante est certainement la *rage*. Elle s'observe chez des espèces animales différentes, chez le loup, le renard, le chat, le cheval, le bœuf, le porc, le lapin.... et spécialement chez le chien. Par morsure, elle se communique aussi à l'homme. Son incubation quelquefois fort longue, ses symptômes, sa fin horrible, fixèrent l'attention de Pasteur.

Qu'est-ce que la mort à côté des souffrances d'une personne atteinte du mal rabique et du hideux spectacle qu'elle présente un peu avant le moment fatal ? Et quel beau rêve de penser qu'on pourrait peut-être venir en aide à d'aussi grandes misères ! Or, par ce qu'il avait fait, notre illustre biologiste était en droit de tout espérer, et c'est probablement ce qui le décida à entreprendre ce dernier travail, celui qui devait couronner son œuvre déjà si considérable.

Le rage se communiquant généralement du chien à l'homme, commençons à l'étudier chez le chien.

Tout au début, le chien enragé change d'hu-

meur; il devient triste, sombre, inquiet, taciturne; il ne se trouve bien nulle part; il recherche l'obscurité et la solitude; il est moins attentif et moins vigilant. Quand on l'appelle, il faut insister pour qu'il se lève et s'approche à demi-rampant, conscient de sa désobéissance. Quelquefois, comme pour racheter sa faute, il devient plus caressant qu'à l'ordinaire. Il n'a pas encore envie de mordre, mais ses caresses sont presque aussi dangereuses que ses morsures, car sa salive est déjà virulente.

Il mange et boit comme à l'ordinaire; parfois même son appétit s'est accru, et il peut en résulter des indigestions, des vomissements.

Très vite, les premiers symptômes s'accentuent; il lèche, il lacère les objets qui sont à sa portée : le bois, le cuir, la paille.... Il est dans un état continuel d'inquiétude et d'agitation; il gratte le sol, flaire dans les coins, comme à la recherche d'un objet perdu. Puis on le voit se dresser tout à coup, une patte relevée, la queue droite, l'œil fixe, il a des hallucinations, et, sans provocation, il bondit, aboie, comme s'il répondait à l'attaque d'un ennemi qui occuperait la pièce voisine.

Après cette période qui dure de un à trois jours, la sensibilité générale arrive au plus haut degré d'exaltation. Un bruit subit, une lumière un peu vive lui occasionnent de douloureuses terreurs. Son œil, de plus en plus fixe et plus

égaré, s'entoure d'une auréole rougeâtre. Les muqueuses se congestionnent et sa langue apparaît pâle et noirâtre.

Alors se manifeste le besoin de mordre. S'il est attaché, l'animal se jette sur tout ce qui l'entoure; s'il est libre, et il l'est souvent, car le chien enragé quitte la maison, il mord les chiens, les chats, les animaux et les personnes qui se trouvent sur son passage. Son état de fureur et de colère justifie bien le nom de *rage* donné à sa maladie; mais on a tort de penser qu'un chien qui mange et qui boit n'est pas enragé. Pendant le cours de la maladie, sa soif, au contraire, ne cesse d'être ardente et l'on a vu des chiens enragés faire de longues courses pour aller boire à la source ou au ruisseau qu'ils connaissaient.

Ces chiens n'auront jamais horreur de l'eau; seulement la rage provoque des spasmes du pharynx qui souvent les empêchent de boire. On les voit plonger la tête dans le liquide qu'ils essayent de happer sans pouvoir en avaler une goutte. Leur attitude est celle d'un animal qui aurait un os ou un corps étranger quelconque dans la gorge. Qu'on se garde bien de chercher à le lui ôter! on prendrait presque sûrement la rage.

Une grande prostration, une torpeur générale succède à l'agitation précédente; le timbre de la voix s'altère; c'est le symptôme le plus important et un signe certain de la maladie. Le hurlement rabique est formé de deux tons séparés : l'un

rauque, l'autre consistant en une sorte de gémissement pénible et prolongé.

Vers le sixième ou huitième jour, l'animal est épuisé ; il marche difficilement ; le train de derrière est paralysé. La langue pendante est violette, épaisse, tuméfiée, souillée de bave, de sang et de boue. La voix s'éteint, la paralysie devient générale, l'animal tombe et meurt.

Il est à remarquer que les chiens enragés ne hurlent pas toujours. Il en est qui sont muets dès le début de la maladie. On les dit alors atteints de la *rage mue*. En proie à une grande anxiété, ils n'éprouvent aucun accès de fureur. Ils ne peuvent ni crier ni mordre parce que leurs mâchoires sont paralysées. La rage *mue* ou *muette* se termine, comme l'autre, par la mort ; elle est moins dangereuse, car on ne peut s'inoculer la maladie que par la bave virulente de l'animal.

Tel est le mal horrible que le chien et quelques autres animaux inoculent à l'homme. Les symptômes sont, du reste, à peu près les mêmes. Après la période d'inoculation, qui est ordinairement plus longue, l'inquiétude et une appréhension continuelle se manifestent ; il se produit une sensation de piqûre au niveau de la cicatrice ; l'appétit diminue ; la vue et le contact de l'eau deviennent insupportable. L'homme enragé est *hydrophobe* ; le plus souvent, il est aussi aérophobe et le moindre soufle le met en fureur. Il éprouve de l'oppression, des douleurs dans l'épigastre. Les yeux sont

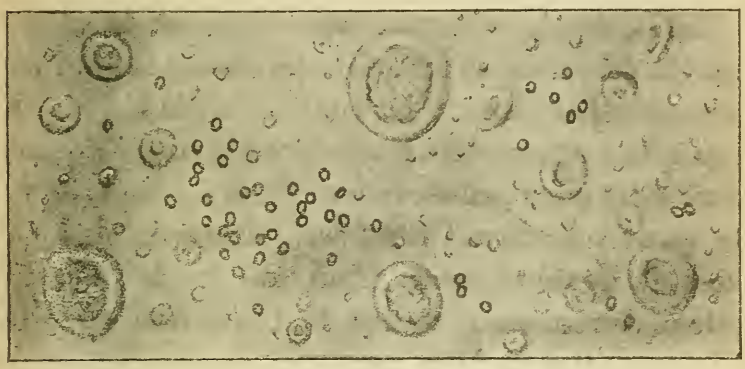
injectés et saillants ; le regard est fixe et égaré ; la bouche reste ouverte et laisse couler une salive visqueuse ; l'expression du visage est sauvage ; le délire commence ; l'agonie est effrayante.

Si, à ces douleurs physiques, on joint celles qui résultent de ses qualités affectives, de la conscience qu'il a de son affreux état, de la crainte raisonnée de la mort, on aura le tableau du drame qui s'accomplit chez l'homme mordu par un animal enragé. On cite même des cas où, après une morsure de chien, la seule crainte de voir tôt ou tard la rage se déclarer, produit des tortures épouvantables. La personne mordue se préoccupe sans cesse de sa blessure, croit éprouver des spasmes à la gorge, perd l'appétit, maigrit, fait ses adieux à tous les siens, et ce douloureux état dure jusqu'à ce que, par le temps écoulé, on finisse par avoir la persuasion qu'on est définitivement hors de danger.

Le 10 décembre 1880, un premier cas d'hydrophobie était signalé à Pasteur par le Dr Lannelongue. Il s'agissait d'un enfant de cinq ans, qui avait été mordu au visage un mois auparavant et qui arrivait à la dernière période de son mal à l'hospice Trousseau.

Quatre heures après sa mort, des plus terrifiantes, on recueillit des mucosités dans la bouche de l'enfant, et, après les avoir délayées dans un peu d'eau, on les inocula à deux lapins sous la peau de leur abdomen. Au bout de trente-six

heures, les lapins étaient morts. Comme il n'y eut presque pas de période d'incubation, Pasteur jugea, contrairement aux conclusions adoptées par le Dr Maurice Raynaud dans de semblables circonstances, que la rage n'avait pu se développer et que les lapins avaient succombé à une autre



Microcoques de la rage dans la matière cérébrale d'un animal enragé, d'après le Dr Hermann Fol.

maladie. Effectivement, ayant soumis la salive de ces deux lapins à son système de cultures successives, il y découvrit un microbe qui, à l'état de pureté, donnait la mort à d'autres lapins dans l'espace d'un ou deux jours et que l'on retrouvait aisément dans le sang de ces animaux. Ce nouveau microbe, aérobie et anaérobie, conservait sa virulence quand les cultures se succédaient, soit dans l'air, soit dans le vide, à des intervalles de trois ou quatre heures ; mais il s'atténuait quand on abandonnait plus longtemps les cultures à l'action de

l'air. Au bout de trois jours, il perdait toute virulence et n'altérait plus en rien la santé des lapins. L'emploi du virus atténué produisait, comme dans le cas du choléra des poules, l'effet d'un virus-vaccin et les lapins ainsi inoculés ne ressentaient plus aucune action du microbe dans son état le plus virulent.

Ces expériences eurent pour résultat de confirmer les découvertes antérieures, mais ne firent pas avancer sensiblement la question de la rage, dont le microbe échappait à toute investigation. Pasteur avait alors pour collaborateur Thuillier et M. Roux. Or, ce dernier devait plus tard déclarer, dans sa thèse de doctorat, que, si au milieu de la pulpe fraîche du cerveau, centre de l'infection chez les animaux atteints de la rage, on découvrait, outre les granulations naturelles, de *petits points d'une extrême finesse* à peine perceptibles par les plus forts grossissements, on ne pouvait affirmer qu'ils constituaient le microbe cherché. Soumis à la méthode des cultures successives, ces petits points n'avaient jamais produit aucun effet ; quoique le caractère contagieux de la rage fut évident et que cette maladie eut sans doute pour cause l'action d'un microorganisme spécial, on ne parvenait pas à le découvrir, à l'isoler, à le faire agir avec certitude.

Que fallait-il faire ? Au fond, le problème consistait moins dans la culture du microbe que dans les moyens de prévenir et de guérir le mal rabique.

Se détournant de sa route habituelle, Pasteur en suivit une autre qui le conduisit tout aussi sûrement au but. Le vrai génie est celui qui ne connaît point d'obstacles.

En somme, le corps d'un animal infecté est un terrain de culture et les organes les plus atteints constituent les meilleurs terrains. Par les symptômes de la rage, ne doit-on pas reconnaître que, dans cette maladie c'est l'encéphale qui est la partie attaquée? N'avait-on pas fait déjà l'observation que la période d'incubation est plus courte quand les morsures portent sur la face? Ayant d'ailleurs reconnu que la bave perd rapidement toute sa virulence, les expérimentateurs de la rue d'Ulm cherchèrent, malgré les résultats négatifs obtenus par un professeur de l'école vétérinaire de Lyon, à inoculer la rage avec la pulpe du cerveau, du cervelet et de la moelle allongée, et ils y réussirent pleinement. Ils constatèrent, en outre, que le meilleur moyen de produire la maladie consistait dans l'inoculation du virus rabique, par trépanation, à la surface même du cerveau.

Ce ne fut pas seulement dans la matière cérébrale, mais dans celle de la moelle épinière et dans celle des nerfs eux-mêmes qu'il fut possible de puiser le virus rabique; la rage était une maladie spéciale du système nerveux. Seulement, tandis que le bulbe était toujours rabique au moment de la mort, le virus, suivant les symptômes de la maladie, se localisait plus particulièrement dans cer-

taines parties du système nerveux. Si on inocule facilement la rage en insérant le virus dans l'appareil circulatoire, c'est que le sang le charrie plus ou moins vite vers le cerveau ou la moelle allongée, d'où il se répand peu à peu dans le reste du tissu nerveux. La mort par le bulbe semble seule arrêter ce mouvement de propagation. Dans le cas de *rage mue*, la moelle est envahie la première, ce qui produit la paralysie générale.

Fixé sur les causes et la nature du mal rabique, Pasteur va maintenant s'occuper de sa prophylaxie.

Il est en possession, non du microbe de la rage, mais d'un virus très pur, puisé dans la matière cérébrale ou dans la moelle et capable de donner sûrement la maladie à l'animal qu'on inocule. Il faut d'abord conserver à ce virus toute son énergie, toute sa virulence, et même l'augmenter si c'est possible; puis il faudra l'atténuer à volonté pour s'en servir comme d'un virus-vaccin. Si les recherches sont de plus en plus méticuleuses, le travail est de plus en plus acharné. Les essais sont souvent infructueux, les défaites sont nombreuses, mois il n'y a pas une défaillance, pas une minute de découragement.

En premier lieu, un double fait est bien établi : les moelles rabiques exposées à l'air perdent de leur virulence, mais, placées encore humides à l'abri de l'air (dans de l'acide carbonique) et préservées d'une action microbienne étrangère, elles

conservent toute leur énergie pendant plusieurs mois. Pasteur possède ainsi un virus virulent et des virus atténués, dont il use avec quelque succès. Mais il faut aller plus loin et obtenir des résultats plus sûrs et plus précis.

C'est la rage des lapins qui va lui permettre, non-seulement de conserver, mais d'exalter la virulence. Un premier lapin inoculé avec la moelle d'un chien, meurt après une incubation d'environ quinze jours ; inocule-t-on un deuxième lapin avec la moelle du premier, la durée de l'incubation est plus courte ; à la vingt-cinquième opération, le mal produit son effet au bout de huit jours et cette durée d'incubation se maintient longtemps ; puis on arrive à une durée de sept jours qui se maintient pendant un nombre de passages qui va jusqu'à quatre-vingt-dix. Ne peut-on pas affirmer qu'on possède alors un virus d'une intensité connue et absolument constante ?

Relativement à l'atténuation, Pasteur opère en faisant agir son virus sur des animaux de diverses espèces. Son passage par le singe, par exemple, diminue rapidement l'intensité de la virulence, au point de la rendre nulle après un petit nombre d'inoculations.

Après bien des tâtonnements, il revient définitivement à l'action de l'air sec ; il suspend ses moelles rabiques dans des flacons au fond desquels sont placés des fragments de potasse. L'atténuation y est réglée d'une manière si précise

qu'il obtient sur l'espèce canine des résultats absolument certains, ce qui l'amène à opérer sur l'homme. Mais il faut lire au moins en partie la communication faite à ce sujet par Pasteur à l'Académie des sciences, dans la séance du 26 octobre 1885 :

« La prophylaxie de la rage, telle que je l'ai exposée en mon nom et au nom de mes collaborateurs, dans des notes précédentes, constituait assurément un progrès réel dans l'étude de cette maladie, progrès toutefois plus scientifique que pratique. Son application exposait à des accidents. Sur vingt chiens traités, je n'aurais pu répondre d'en rendre réfractaires à la rage plus de quinze ou seize. »

« Il était utile, d'autre part, de déterminer le traitement par une dernière inoculation très virulente, inoculation d'un virus de contrôle, afin de confirmer et de renforcer l'état réfractaire. En outre, la prudence exigeait que l'on conservât les chiens en surveillance pendant un temps supérieur à la durée d'incubation de la maladie produite par l'inoculation directe de ce dernier virus, et il ne fallait pas moins, quelquefois, d'un intervalle de trois à quatre mois pour être assuré de l'état réfractaire de la rage. »

« De telles exigences auraient limité beaucoup l'application de la méthode. »

« Enfin, la méthode ne se serait prêtée que difficilement à une mise en train toujours immédiate,

condition réclamée cependant par ce qu'il y a d'accidentel et d'imprévu dans les morsures rabiques. »

« Il fallait donc arriver, si cela était possible, à une méthode plus rapide et capable de donner une sécurité, que j'oserai dire parfaite, sur les chiens. »

« Et comment d'ailleurs, avant que ce progrès fut atteint, oser se permettre une épreuve quelconque sur l'homme? »

« Après des expériences pour ainsi dire sans nombre, je suis arrivé à une méthode prophylactique pratique et prompte, dont les succès sur les chiens sont déjà assez nombreux et sûrs pour que j'aie confiance dans la généralité de son application à tous les animaux et à l'homme lui-même. »

« Cette méthode repose essentiellement sur les faits suivants : l'inoculation au lapin par la trépanation, sous la dure-mère, d'une moelle rabique de chien à rage des rues, donne toujours la rage à ces animaux, après une durée d'incubation de quinze jours environ. »

« Passe-t-on du virus de ce premier lapin à un second, de celui-ci à un troisième et ainsi de suite, par le mode d'inoculation précédent, il se manifeste bientôt une tendance de plus en plus accusée dans la diminution de la durée de l'incubation de la rage chez les lapins successivement inoculés. »

« Après vingt à vingt-cinq passages de lapin à lapin, on rencontre des durées d'incubation de huit jours, qui se manifestent pendant une période

nouvelle de vingt à vingt-cinq jours. Puis on atteint une durée d'incubation de sept jours, que l'on retrouve avec une régularité frappante pendant une série nouvelle de passage allant jusqu'au quatre-vingt-dixième. C'est du moins à ce chiffre que je suis en ce moment, et c'est à peine s'il se manifeste actuellement une durée d'incubation d'un peu moins de sept jours. »

« Ce genre d'expériences, commencé en novembre 1882, a déjà trois années de durée, sans que la série ait jamais été interrompue, sans que jamais non plus, on ait dû recourir à un virus autre que celui des lapins successivement morts rabiques. Rien de plus facile, en conséquence, d'avoir constamment à sa disposition, pendant des intervalles de temps considérables, un virus rabique d'une pureté parfaite, toujours identique à lui-même. C'est là le nœud *pratique* de la méthode. »

« Les moelles de ces lapins sont rabiques dans toute leur étendue avec constance dans la virulence. »

« Si l'on détache de ces moelles des longueurs de quelques centimètres avec des précautions de pureté aussi grandes qu'il est possible de les réaliser, et qu'on les suspende dans un air sec, la virulence disparaît lentement dans ces moelles jusqu'à s'éteindre tout à fait. La durée d'extinction de la virulence varie quelque peu avec l'épaisseur des bouts de moelle, mais surtout avec la température extérieure. Plus la température est basse,

et plus durable est la conservation de la virulence. Ces résultats constituent le point *scientifique* de la méthode. »

« Ces faits étant établis, voici le moyen de rendre un chien réfractaire à la rage en un temps relativement court. »

« Dans une série de flacons dont l'air est entretenu à l'état sec par des fragments de potasse déposés sur le fond du vase, on suspend, chaque jour, un bout de moelle rabique fraîche de lapin mort de rage, rage développée après sept jours d'incubation. Chaque jour, également, on inocule sous la peau du chien une pleine seringue Pravaz de bouillon stérilisé, dans lequel on a délayé un petit fragment d'une de ces moelles en dessiccation, en commençant par une moelle d'un numéro d'ordre assez éloigné du jour où l'on opère pour être bien sûr que cette moelle n'est pas du tout virulente. Des expériences préalables ont éclairé à cet égard. Les jours suivants, on opère de même avec des moelles plus récentes, séparées par un intervalle de deux jours, jusqu'à ce qu'on arrive à une dernière moelle très virulente, placée depuis un jour ou deux seulement en flacon.

« Le chien est alors rendu réfractaire à la rage. On peut lui inoculer du virus rabique sous la peau ou même à la surface du cerveau par trépanation sans que la rage se déclare. »

« Par l'application de cette méthode, j'étais arrivé à avoir cinquante chiens de tout âge et de toute

race réfractaires à la rage, sans avoir rencontré un seul insuccès, lorsque, inopinément, se présentèrent dans mon laboratoire, le lundi 6 juillet dernier, trois personnes arrivant d'Alsace. »

« Théodore Vone, marchand épicier à Meissengott, près de Schlestadt, mordu au bras, le 4 juillet, par son propre chien devenu enragé.

« Joseph Meister, âgé de neuf ans, mordu également le 4 juillet, à 8 heures du matin, par le même chien. Cet enfant, terrassé par le chien, portait de nombreuses morsures, à la main, aux jambes, aux cuisses, quelques-unes profondes qui rendaient même sa marche difficile. Les principales de ces morsures avaient été cautérisées, douze heures seulement après l'accident, à l'acide phénique, le 4 juillet, à huit heures du soir, par M. le docteur Weber (de Villé). »

« La troisième personne qui, elle, n'avait pas été mordue, était la mère du petit Joseph Meister. »

« A l'autopsie du chien, abattu par son maître, on avait trouvé l'estomac rempli de foin, de paille, et de fragments de bois. Le chien était bien enragé. Joseph Meister avait été relevé de dessous lui couvert de bave et de sang. »

« M. Vone avait au bras de fortes contusions, mais il m'assura que sa chemise n'avait pas été traversée par les crocs du chien. Comme il n'y avait rien à craindre, je lui dis qu'il pouvait repartir pour l'Alsace le jour même, ce qu'il fit.

Mais je gardai auprès de moi le petit Meister et sa mère. »

« La séance hebdomadaire de l'Académie des sciences avait précisément lieu le 6 juillet; j'y vis notre confrère, M. le docteur Vulpian, à qui je racontai ce qui venait de se passer. »

« M. Vulpian, ainsi que le docteur Grancher, professeur à l'Ecole de médecine, eurent la complaisance de venir voir immédiatement le petit Joseph Meister et de constater l'état et le nombre de ses blessures. Il n'en avait pas moins de quatorze. »

« Les avis de notre savant confrère et du docteur Grancher furent que, par l'intensité et le nombre de ses morsures, Joseph Meister était exposé presque fatalement à prendre la rage. Je communiquai alors à M. Vulpian et à M. Grancher les résultats nouveaux que j'avais obtenus dans l'étude de la rage depuis la lecture que j'avais faite à Copenhague, une année auparavant. »

« La mort de cet enfant paraissant inévitable, je me décidai, non sans de vives et cruelles inquiétudes, on doit bien le penser, à tenter sur Joseph Meister la méthode qui m'avait constamment réussi sur des chiens. »

« Mes cinquante chiens, il est vrai, n'avaient pas été mordus avant de déterminer leur état réfractaire à la rage; mais je savais que cette circonstance pouvait être écartée de mes préoccupations, parce que j'avais déjà obtenu l'état réfrac-

taire à la rage sur un grand nombre de chiens après morsure. »

« J'avais rendu témoins, cette année, les membres de la commission de la rage de ce nouveau et important progrès. »

« En conséquence, le 7 juillet, à neuf heures du matin, soixante heures après les morsures du 4 juillet, et en présence des docteurs Vulpian et Grancher, on inocula, sous un pli fait à la peau de l'hypocondre droit du petit Meister, une demi-seringue Pravaz d'une moelle de lapin mort rabique, le 23 juin, et conservée depuis lors en flacon à l'air sec, c'est à dire depuis quinze jours.

« Les jours suivants, des inoculations nouvelles furent faites, toujours aux hypocondres, dans les conditions dont je donne ici le tableau :

		Une demi-seringue Pravaz.	
7 juillet	9 h. matin.	Moelle du 23 juin.	Moelle de 14 jours.
7 —	6 h. soir.	— 25 —	— 12 —
8 —	9 h. matin.	— 27 —	— 11 —
8 —	6 h. soir.	— 29 —	— 9 —
9 —	11 h. matin.	— 1er juill.	— 8 —
10 —	11 h. —	— 3 —	— 7 —
11 —	11 h. —	— 5 —	— 6 —
12 —	11 h. —	— 7 —	— 5 —
13 —	11 h. —	— 9 —	— 4 —
14 —	11 h. —	— 11 —	— 3 —
15 —	11 h. —	— 13 —	— 2 —
16 —	11 h. —	— 15 —	— 1 —

« Je portai ainsi à 12 le nombre des inoculations et à 10 le nombre des jours de traitement. Je

dirai plus tard qu'un plus petit nombre d'inoculations eut été suffisant. Mais on comprendra que dans ce premier essai, je dusse agir avec une circonspection toute particulière. »

« Avec les diverses moelles employées, on inocula par trépanation deux lapins neufs, afin de suivre les états de virulence de ces moelles. »

« L'observation des lapins permit de constater que les moelles des 7, 8, 9, 10 juillet n'étaient pas virulentes, car elles ne rendirent pas leurs lapins enragés. Les moelles des 11, 12, 13, 14, 15, 16 juillet furent toutes virulentes, et la matière virulente s'y trouvait en proportion de plus en plus forte. La rage se déclara après sept jours d'incubation sur les lapins des 15 et 16 juillet; après huit jours, sur ceux du 12 et du 14; après quinze jours, sur ceux du 11 juillet. »

« Dans les derniers jours, j'avais donc inoculé à Joseph Meister le virus rabique le plus virulent, celui du chien renforcé par une foule de passages de lapins à lapins, virus qui donne la rage à ces animaux après sept jours d'incubation, après huit ou dix jours aux chiens. J'étais autorisé dans cette entreprise par ce qui s'était passé pour les cinquante chiens dont j'ai parlé. »

« Lorsque l'état d'immunité est atteint, on peut, sans inconvénient, inoculer le virus le plus virulent et en quantité quelconque. Il m'a toujours paru que cela n'avait d'autre effet que de consolider l'état réfractaire à la rage. »

« Joseph Meister a donc échappé non seulement à la rage que ses morsures auraient pu développer, mais à celle que je lui ai inoculée pour le contrôle de l'immunité due au traitement, rage plus virulente que celle des chiens des rues. »

« L'inoculation finale très virulente a encore l'avantage de limiter la durée des appréhensions qu'on peut avoir sur les suites des morsures. Si la rage pouvait éclater, elle se déclarerait plus vite par un virus plus virulent que celui des morsures. Dès le milieu du mois d'août, j'envisageais avec confiance l'avenir de la santé de Joseph Meister. Aujourd'hui encore, après trois mois et trois semaines écoulées depuis l'accident, cette santé ne laisse rien à désirer. »

A partir de ce jour, 26 octobre 1885, toute personne mordue par un chien enragé n'a eu qu'à se présenter à l'Institut Pasteur et accepter le traitement qui vient d'être décrit; elle est devenue réfractaire à la rage. Elle n'a pas été guérie, n'ayant pas été malade; elle a été rendue *indemne* et, cette personne serait-elle de nouveau mordue par un animal enragé ne contracterait pas la rage.

Voilà, sans contredit, la plus importante découverte des temps modernes. Aujourd'hui c'est la rage que l'on guérit, demain ce sera la diphtérie (1), après demain la peste (2), le choléra (3), la phthisie et les autres maladies infectieuses, c'est

(1) (2) et (3): Voir les chapitres suivants qui traitent de ces maladies.

à dire toutes celles auxquelles nous payons le plus large tribut. Pasteur n'a pu indiquer le remède spécial à chacune d'elles, mais il a indiqué la méthode générale qui permet de la découvrir. Il a donné une base scientifique à la médecine; il a créé une doctrine nouvelle, fondée sur les faits, élargissant chaque jour son domaine. La maladie, cette grande misère de l'homme, a reculé; elle a trouvé son vainqueur. Bientôt sans doute on pourra lire sur le monument que les peuples unis élèveront à leur plus grand bienfaiteur :

A Pasteur, l'Humanité reconnaissante.

CHAPITRE XV

Pasteur et les réformes de l'enseignement. — Développement progressif de ses laboratoires. — Mort et translation des cendres de Pasteur à l'Institut de la rue Dutot.

Dans la notice historique consacrée à Pasteur, nous avons signalé ses nombreux cris d'alarme, ses incessants appels aux pouvoirs publics relativement à l'insuffisance de notre outillage scientifique. Nos désastres de 1870 devaient, selon lui, être attribués à la belle organisation de l'enseignement supérieur en Allemagne. Tandis que nous vivions de souvenirs, nos voisins s'imposaient les plus grands sacrifices en faveur de leurs Universités et ils parvenaient à élever très sensiblement le niveau intellectuel de la nation.

Au moment du péril suprême, la France avait manqué d'hommes capables d'utiliser le courage de ses enfants et de mettre en œuvre ses ressources qui étaient immenses. Notre pays s'était trop désintéressé, pendant plus de cinquante ans, des grands travaux de la pensée, surtout en ce qui concerne les sciences. On s'y était préoccupé de développer l'instruction primaire et l'instruction secondaire, mais qu'attendre d'un enseignement élémentaire, s'il n'est animé du souffle d'un grand enseignement national? Il n'y a de vérita-

bles sources de vie pour un corps social que dans les hautes spéculations de l'esprit, dans ces méditations profondes où la pensée s'exalte et engendre les grandes découvertes, dans les centres d'enseignement propres à les répandre et à faire connaître leurs utiles applications. L'étude des hautes questions littéraires et scientifiques peut seule donner l'intelligence, la force, la richesse, la moralité. Les perfectionnements de l'industrie et des arts ne sont que des applications faciles de vérités d'un ordre supérieur, vérités que leurs auteurs n'ont poursuivies que pour elles-mêmes et uniquement entraînés par l'ardeur de savoir. Les pouvoirs publics ont trop longtemps méconnu la loi de corrélation entre la science théorique et la vie des nations; ils ont trop perdu de vue que le haut enseignement est la principale source de la prospérité nationale et que la civilisation n'est que de la richesse accumulée.

Des esprits superficiels ont fait exclusivement hommage à l'idée républicaine de toutes les grandes choses accomplies par la Convention et le Comité de salut public, mais l'histoire condamne cette manière de voir. Le salut de la France a été la conséquence de sa supériorité intellectuelle. Même, commandées, par des hommes de génie, les armées françaises n'auraient sans doute pas résisté à l'Europe coalisée, si la France, par suite de ses progrès scientifiques pendant la seconde moitié du XVIIIe siècle, n'avait vu surgir à point

nommé des hommes qui étonnèrent le monde par l'éclat de leurs inventions et dont on a pu dire qu'ils surent organiser la victoire.

Pasteur, dont nous essayons de résumer les idées fécondes, cite lui-même le passage suivant d'Arago :

« La Convention avait décidé la levée en masse « de 90.000 hommes. Il ne fallait rien moins pour « tenir tête à l'ouragan qui, de tous les points de « l'horizon, allait fondre sur la France. Bientôt un « cri de détresse se fait entendre et porte le dé- « couragement dans les esprits les plus fermes. « Les arsenaux sont presque vides. On n'y trou- « verait pas la dixième partie des armes et des « munitions que la guerre exigera. Suppléer à ce « manque de prévoyance, d'autres disent à cette « trahison calculée de l'ancien Gouvernement, « sembla au-dessus des forces humaines.

« La poudre?

« Depuis longtemps elle a en France pour prin- « cipale base le salpêtre tiré de l'Inde, et l'on ne « doit plus compter sur cette ressource.

« Les canons de campagne?

« Le cuivre entre pour les 0,91 dans l'alliage « dont ils sont formés: or, les mines de France « ne produisent du cuivre que dans des propor- « tions insignifiantes, et la Suède, l'Angleterre, la « Russie, l'Inde, d'où nous tirions ce métal, nous « sont fermées.

« L'acier?

« Il nous venait de l'étranger: l'art de le faire « est ignoré dans nos forges, dans nos usines, « dans nos ateliers...

« Dans la première réunion des savants d'élite « qui avaient été convoqués, la question de la fa- « brication de la poudre, la première de toutes « par son importance et par sa difficulté, as- « sombrit les esprits. Les membres expérimentés « ne la croyaient pas soluble. Où trouver le sal- « pêtre? disaient-ils avec désespoir. « Sur notre « propre sol, répondit Monge, sans hésiter; les « écuries, les caves, les lieux bas en contiennent « plus que vous ne croyez. » Ce fut alors qu'ap- « préciant avec hardiesse les ressources infinies « que le génie possède quand il s'allie à un ardent « patriotisme, Monge s'écria : « On nous donnera « de la terre salpêtrée, et trois jours après nous « en chargerons les canons! » Cette exclamation « était et resta sublime.

« Des instructions méthodiques et simples fu- « rent répandues à profusion sur tous les points « de la République, et chaque citoyen se trouva « en mesure d'exercer un art qui, jusque-là, avait « été réputé très difficile.

« La France devint une manufacture de poudre.

« Le métal des cloches est un alliage de cuivre « et d'étain, mais dans des proportions qui ne « conviennent pas aux armes de guerre. La « chimie trouva des méthodes nouvelles pour « séparer ces deux métaux.

« L'art de faire l'acier est ignoré, on le crée. Le « sabre, l'épée, la baïonnette, la lance, la batterie « de fusil se fabriqueront désormais avec de l'acier « français.

« La préparation des cuirs destinés à la chaus- « sure exigeait des mois entiers de travail ; d'aussi « longs délais ne sauraient se concilier avec les « besoins de nos soldats, et l'art du tanneur reçoit « des perfectionnements inespérés ; désormais des « jours y remplaceront des mois.

« Les ballons n'avaient été, jusqu'en 1794, « qu'un simple objet de curiosité ; à la bataille de « Fleurus, un ballon portera le général Morlot « dans la région des nuages ; de là, les moindres « manœuvres de l'ennemi seront aperçues, signa- « lées à l'instant, et une invention toute française « procurera à nos armes un éclatant triomphe.

« Les premières idées du télégraphe aérien, « dues également à un Français, sont perfection- « nées, étendues, appliquées, et dès ce moment, « les ordres arrivent aux armées en quelques mi- « nutes. » . . . . . .

. . . . . .

« Telles sont, ajoutait Pasteur, les merveilles que la science et le patriotisme ont enfantées pendant la Révolution française.

« Deux membres de l'Institut, Monge et Carnot, aidés par d'éminents collègues, Fourcroy, Guyton de Morveau, Berthollet et quelques autres, furent l'âme de cet immortel ensemble de travaux.

« Nous aussi, depuis le 4 septembre 1870, nous avons eu des exclamations sublimes ; mais comme elles touchèrent vite au ridicule! »

Ces plaintes patriotiques datent de 1871 ; mais Pasteur n'avait pas attendu nos désastres pour plaider la cause de l'enseignement supérieur. Il avait professé dans les facultés de province, il avait enseigné à Strasbourg et avait été tout jeune doyen de la faculté des sciences de Lille. Partout, il avait constaté la même pénurie et il en avait souffert. A cette époque, il n'existait pas de laboratoires proprement dits, et, quand le professeur avait à faire quelque travail spécial, il opérait en général dans la salle de cours, quitte à déménager le jour où il fallait y admettre le public. Le budget des facultés portait des sommes, ordinairement très minimes, pour la préparation des cours, mais il n'y en avait pas pour les véritables recherches scientifiques.

A Paris même, la science et l'enseignement supérieur étaient très délaissés. Au collège de France, Claude Bernard avait dû faire ses beaux travaux dans un laboratoire étroit où suintait l'humidité, et, à l'Ecole normale supérieure, Balard avait obtenu à grand'peine quelques pièces du rez-de-chaussée pour la préparation de ses leçons.

Quand, au mois d'octobre 1857, Pasteur, venant de Lille, fut nommé directeur des études scientifiques à l'école de la rue d'Ulm, il n'eut à sa disposition ni local, ni argent. H. Sainte-Claire-De-

ville, qui avait succédé à Balard, manquait déjà d'espace. Il fallut nécessairement se tourner d'un autre côté. Pasteur n'hésita pas, il fit construire avec ses propres ressources, dans un grenier de l'École normale, le laboratoire où il avait hâte de continuer les recherches qui lui avait acquis déjà une certaine célébrité. Il lui aurait fallu encore quelque argent, un préparateur, un garçon de laboratoire; or, à sa demande, le Ministère de l'instruction publique répondait :

« Il n'y a pas de rubrique au budget pour vous allouer 1,500 francs par an comme frais d'expériences. »

Pasteur eut encore recours à la bourse du ménage et se remit à l'ouvrage.

« Il y avait bien, a dit M. Duclaux, des préparateurs prévus par le budget de l'École normale; mais, comme les laboratoires, ils ne l'étaient que pour le service des élèves, et j'imagine que M. Pasteur dut exciter quelque étonnement et quelque méfiance dans les bureaux du ministère quand il réclama un préparateur pour son laboratoire particulier. J'en ai pour garant la forme aimable dans laquelle étaient libellés les premiers arrêtés de nomination. Le mien porte textuellement : « que je suis autorisé à demeurer attaché au laboratoire de M. le Directeur des études scientifiques. Il demeure entendu, continue l'arrêté, que si dans le courant de l'année, les besoins du service exigent que M. Duclaux soit envoyé dans un

lycée des départements, il devra se mettre à la disposition de l'Administration. C'est à cette seule condition que l'Administration peut consentir à le laisser à l'École, » où j'étais d'ailleurs logé, nourri et où je touchais 47 fr. 50 par mois. »

« Je n'ai pas besoin de dire que je ne fais pas un grief à l'Administration d'alors de ces dispositions un peu hargneuses. Je ne le donne que comme un signe des temps. »

Les temps sont bien changés, en effet, et le mérite en revient à Pasteur, qui n'est pas seulement l'auteur des plus grands travaux qui aient honoré l'humanité, mais qui n'a cessé de réclamer, dans l'intérêt de son pays, une meilleure organisation de l'enseignement supérieur. Cet enseignement, à la fois spéculatif et pratique, devait, tout en s'élevant aux plus hautes conceptions de l'esprit, rester toujours soumis au contrôle de la raison et de l'expérience. Destiné à élargir incessamment le cercle de nos connaissances, à nous enrichir de vérités nouvelles, à créer des procédés nouveaux, il devait aussi servir à les répandre, le vrai savant étant en même temps inventeur et vulgarisateur.

C'est ainsi que déjà, sous l'empire, l'avait compris Duruy, l'infatigable innovateur dont le nom sera toujours profondément respecté. Sans grever sensiblement le budget, ce ministre sut donner une vive impulsion à l'enseignement primaire, créer l'enseignement spécial, aujourd'hui métamorphosé

en enseignement secondaire moderne, établir les premiers laboratoires de recherches et provoquer sur toute l'étendue du territoire cette inoubliable série de conférences scientifiques, littéraires et artistiques, sorte de petite renaissance au cours de laquelle le haut personnel de l'Université prit d'une façon très heureuse contact avec le public.

L'œuvre de Duruy n'a été sérieusement reprise, sous la République, que par Jules Ferry, homme politique alliant une grande finesse à une froide fermeté.

On avait assez gémi sur les désastres de 1870, il fallait en prévenir le retour, songer au relèvement, ne rien négliger de ce qui pouvait mettre le pays en état de lutter avec l'Allemagne. Or, les idées de Pasteur avaient fait du chemin, et, puisque nos terribles ennemis avaient triomphé par la science, la France avait le devoir de fortifier son haut enseignement. L'opinion publique un peu effarée allait même plus loin, et ce n'était pas seulement par la belle organisation de leurs Universités que les Allemands nous avaient vaincus, mais par leurs maîtres d'école en général. L'exagération était évidente, mais il n'en résultait pas moins la nécessité de refondre notre système scolaire tout entier. L'entreprise était gigantesque et de nature à faire reculer les plus audacieux. Jules Ferry n'hésita pas, et, selon le vœu unanime de la nation, vint à bout, en très peu de temps, des plus inextricables difficultés.

Bientôt chaque commune eut à peu près son groupe scolaire et chaque département son lycée : l'instruction primaire et l'instruction secondaire des filles prirent une grande extension ; les écoles normales se multiplièrent et ces divers établissements furent pourvus d'un bon personnel. Les progrès de l'enseignement supérieur ne furent pas moins rapides : les locaux des facultés furent grandiosement reconstruits ou améliorés. Le cadre des professeurs fut élargi et les programmes renforcés ; les instruments et les collections abondèrent ; on eut désormais des laboratoires de recherches et des fonds pour les manipulations ; enfin des bourses de licence et d'agrégation permirent de constituer partout de bons noyaux d'auditeurs.

Comme tour de force, c'était parfait; cependant, après réflexion, on s'est demandé si, en ce qui concerne l'enseignement primaire et l'enseignement secondaire, on n'est pas allé un peu vite en besogne. Dans l'état de nos finances, avait-il été sage d'y consacrer autant d'argent et les résultats obtenus étaient-ils en rapport avec les sacrifices qu'on s'était imposés? Jusqu'ici, du moins, les statistiques n'ont accusé qu'un bien faible progrès dans le chiffre de la scolarité pour ces deux ordres d'enseignement.

Quand il s'agit de l'enseignement supérieur, tout le monde, au contraire, est d'accord, et l'utilité des nouvelles réformes paraît absolue. La

France doit vivre; elle doit produire et se défendre. Il ne lui suffit pas d'avoir l'âme haute; il lui faut aussi la puissance pour continuer son rôle civilisateur. Or, Pasteur l'a démontré, la richesse et la force ne vont pas sans une étude approfondie des sciences, sans un haut personnel pour les répandre et les faire aimer.

Il est dommage que, sous ce dernier rapport, la nouvelle organisation laisse tant à désirer. Non seulement il n'est plus question des conférences qui ont été le côté brillant des réformes réalisées par Duruy, mais on est allé jusqu'à supprimer la leçon publique de nos facultés. Les maîtres ne s'y adressent plus qu'aux candidats à la licence, qu'aux apprentis savants et leur consigne est de consacrer le reste de leur activité aux travaux personnels. On veut que les professeurs soient des chercheurs et on leur fait perdre en grande partie le rôle de vulgarisateurs. Ils publieront peut-être des mémoires, des articles de revue, mais plus de ces leçons vivantes qui produisaient sur leur cerveau comme sur celui de leurs auditeurs une si salutaire excitation. Il est singulier que le moment où les contribuables de nos grandes villes font les plus grands efforts pour la bonne installation de leurs facultés, soit aussi celui où on les prive du plaisir le plus délicat, celui d'aller entendre une parole éloquente ou voir produire sous leurs yeux quelques-uns des phénomènes qui marquent les étapes dans les progrès de l'esprit humain.

L'œuvre de Jules Ferry vient d'ailleurs de recevoir son couronnement. Les facultés ont été groupées et ont constitué des Universités ayant leur personnalité civile. C'est un progrès considérable et on pourra tout espérer de ces Universités, quand elles seront bien dotées. Seulement, quand le seront-elles ? C'est là qu'il aurait fallu porter une partie de l'argent dépensé avec trop de prodigalité dans la construction des établissements primaires.

Le public continuant à être exclu des Universités, on se demande par quoi elles pourront bien se recommander et qui en comprendra l'utilité immédiate. Il faudrait cependant des donateurs généreux pour ces institutions éminemment patriotiques.

Si Pasteur et M. Roux ont obtenu sans aucun artifice les millions qui leur étaient nécessaires pour constituer et doter l'Institut de la rue Dutot, pour répandre dans tout le pays le bienfait des méthodes sérothérapiques, c'est qu'on avait tout de suite compris combien ces œuvres allaient grandir la nation française. Les grandes découvertes ne se faisant point par ordre, il ne serait pas sage d'attendre le même genre de succès de la part de nos Universités naissantes.

Si, comme on l'assure, il commence à y avoir pléthore de licenciés et d'agrégés, le nombre des auditeurs scientifiques et littéraires, déjà fort restreint, va décroître encore et les facultés des lettres

et des sciences sont exposées à connaître l'horreur du vide. Puisqu'il manque à ces établissements une clientèle sur laquelle on puisse sûrement compter, pourquoi ne pas se préoccuper de leur en constituer une ? Les éléments manquent-ils en France plus qu'ailleurs ? D'abord il serait aisé de transférer des lycées aux facultés la préparation aux écoles spéciales du Gouvernement; absolument gênante pour les lycées, elle serait une bonne fortune pour les Universités, où elle apporterait un peu de vie. Ensuite, si nos ministres, cessant d'agir comme nos généraux de 1870, voulaient se concerter et maintenir ces grandes écoles ouvertes, de manière que les élèves des Universités y fussent admis, après concours, au commencement d'une année quelconque, ou qu'en tout temps et à mérite égal, ils eussent les mêmes titres aux grades et aux fonctions publiques, nous aurions autant d'écoles vraiment polytechniques que de centres universitaires. Ce régime qui réussit à l'étranger, semble tout aussi bien convenir à la France. Quelle émulation pour nos Universités appelées à lutter entre elles et avec les grandes écoles du gouvernement ! Quelle source de revenus pour les professeurs qui, sachant attirer beaucoup de jeunes gens, voudraient les grouper et les recevoir dans leurs familles ! Il y a tant d'hommes de valeur à Paris; l'appât de forts émoluments les attirerait en province et ce serait tout bénéfice pour les nouvelles institutions.

Duruy appartenait à l'enseignement; il était inspecteur général quand on l'appela au ministère. Il put concevoir le plan de ses réformes et veiller pour ainsi dire lui-même à son exécution. On n'a pas oublié l'agitation fébrile qui gagna à cette époque toutes les parties du corps enseignant. Le ministre eut-il quelque raison de craindre que l'Administration centrale n'entrât pas suffisamment dans ses vues, pensa-t-il simplement qu'elle ne possédait pas les éléments nécessaires pour se maintenir à la tête du mouvement? Toujours est-il qu'il tenta de lui infuser du sang nouveau. Sans regimber ouvertement, ce qui n'est pas dans les habitudes des bureaux, ceux-ci firent un accueil plus que froid aux fonctionnaires appelés à leur prêter le concours de leur intelligence et de leur activité. Aucune avanie ne leur fut épargnée: avaient-ils besoin d'un renseignement, ils ne trouvaient que bouches closes; avaient-ils à traiter une affaire, ils ne parvenaient pas à en découvrir le dossier. Aussitôt que Duruy quitta le pouvoir, ils durent naturellement déguerpir.

Il faut reconnaître que, sauf la forme de leur protestation, les employés de l'Administration centrale avaient un semblant de raison. Ils défendaient leur situation, leur avenir. Un intrus qui venait prendre ainsi d'emblée une place de chef de bureau, leur barrait la route pour longtemps. C'était la faute de l'institution et non celle des hommes. Aussi la question est tout autre et il semble que

les bureaux, tels qu'on les recrute et tels qu'ils sont constitués, soient une gêne, une cause de faiblesse, un obstacle au libre progrès de l'instruction publique.

Si, en même temps qu'il appelait à lui les hommes dont il avait besoin, Duruy avait pu offrir à ceux qui pouvaient se croire lésés, soit une chaire, soit une position administrative au dehors, tout eût marché pour le mieux. Seulement que faire, dans l'Université, de gens qui, entrés dans l'administration centrale sans concours, sans garantie de capacité d'aucune espèce, se sont traînés dix ou quinze ans dans des emplois peu faits pour développer l'intelligence? Dans cet ordre d'idées, on le comprend, les permutations étaient impossibles et les bureaux devaient former une administration fermée. De telle sorte que leur inaptitude même à remplir d'autres fonctions, conférait aux employés du ministère une sorte d'inamovibilité, et, comme on ne les avait sollicités à aucun de ces efforts qui mettent les facultés d'un homme en relief, ils pouvaient indistinctement franchir tous les degrés de la hiérarchie. Ainsi, pour arriver aux fonctions si importantes de chef de bureau, chef de division ou directeur, supérieures à celles de professeur, doyen de faculté ou recteur, il suffisait le plus souvent d'être le fils, le frère ou le neveu d'un personnage influent. Voilà ce qui était, voilà ce qui est à peu près à l'heure actuelle.

Il faut louer Jules Ferry d'avoir, en partie du

moins, remédié à cette situation. En homme d'Etat qui savait ce qu'il voulait et qui en préparait soigneusement l'exécution, il choisit simplement les hommes qui lui parurent les plus aptes à le seconder et les plaça à la tête des services qu'il s'agissait de réformer. Aucune tentative d'obstruction ne fut dès lors possible, et, au lieu de conduire le mouvement, les bureaux furent obligés de le suivre.

Mais au fond, la vieille organisation subsiste toujours et l'on doit regretter de n'être sorti qu'à moitié des anciens errements. Nous y pourrions facilement retomber et voir encore le grand corps de l'enseignement gouverné par des hommes qui lui sont étrangers et qui n'en connaissent ni le labeur ni les besoins.

La France, comme l'a dit Pasteur, possède d'immenses ressources, surtout au point de vue intellectuel : ses académies ont toujours brillé du plus vif éclat, et les savants, comme les artistes français, n'ont cessé de se signaler par les plus remarquables travaux. Dans les lettres, dans les sciences, dans toutes les branches du savoir humain, notre pays continue à produire des hommes d'un véritable génie, et notre déchéance, puisque déchéance il y a, ne provient pas des efforts individuels; ceux-ci ont été considérables et toujours dignes d'admiration. Nous n'avons faibli que par l'ensemble, par la mise en œuvre, par l'administration. Il y a au Ministère de l'instruction publi-

que, cet office de l'intelligence nationale, deux fonctions, la direction de l'enseignement supérieur et la direction des lettres et des sciences, qu'on devrait considérer comme les plus importantes de l'Etat. Tandis qu'il y faudrait des encyclopédistes, des organisateurs au puissant cerveau, ne nous exposons plus à les voir occupées par des hommes dont l'insuffisance nous serait certainement fatale.

Voyez-vous l'Institut de la rue Dutot dirigé d'après ces mauvais principes et son développement confié à des gens qui, non seulement ne sauraient rien en fait de microbiologie, mais qui feraient peut-être profession de mépriser cette science? Les pastoriens ont encore donné là un bel exemple de sagesse : ils ont gardé pour eux-mêmes le gouvernement de leur institution. Pourquoi donc l'Université, si riche en hommes distingués de toute sorte, n'en ferait-elle pas autant? Est-ce que les anciens instituteurs ne fourniraient pas d'excellents expéditionnaires? Et les professeurs, les inspecteurs primaires, les inspecteurs d'académie n'offriraient-ils pas le meilleur contingent de rédacteurs, de sous-chefs et de chefs de bureau? Les fonctionnaires les plus capables viendraient ainsi tour à tour gagner un nouveau galon à l'Administration centrale, qui ferait alors partie du corps enseignant et qui perdrait sans doute ce prurit de taquinerie, cet esprit de persécution caractéristiques de toute caste privilégiée. En fait de tradi-

tions, nous avons toutes raisons de penser qu'il n'y en a guère dans les bureaux de la rue de Grenelle qu'il ne soit utile de changer.

Bornons-nous à ces généralités, et rappelons simplement aujourd'hui que la lettre par laquelle on refusait 1,500 francs à Pasteur était d'autant plus surprenante que le budget de l'Instruction publique a toujours montré une élasticité suffisante pour fournir, sans rubrique, des sommes beaucoup plus fortes et moins bien employées.

Nous savons que Pasteur n'était pas homme à se décourager sur un pareil refus. Après s'être installé avec ses propres ressources, il s'ingénia pour se procurer des aides. Le moyen qu'il employa fut à la fois simple, économique et on ne peut plus favorable au progrès des hautes études. Il créa une quatrième année d'école normale, pendant laquelle les élèves qui y étaient admis s'orientaient du côté des recherches scientifiques. Avant 1867, l'Ecole n'avait fourni que quatre membres à l'Académie des sciences. On y en compte aujourd'hui douze, et, sur ce nombre, dix ont fait une quatrième année. Rien de plus concluant.

Bientôt aussi, on put quitter les combles et venir s'installer dans un local situé sur la rue d'Ulm, du côté de la rue des Feuillantines. Ce local se composait de cinq petites pièces en deux étages. Il n'était ni large ni commode, mais comme il paraissait beau relativement au misérable grenier

où l'on travaillait précédemment ! Et, comme un bonheur n'arrive pas seul, Pasteur obtint en même temps un préparateur en titre. Le premier titulaire de l'emploi fut M. Raulin, celui-là même dont nous avons signalé le remarquable mémoire sur l'*Aspergillus niger*.

Le mur extérieur de ce laboratoire vient d'être décoré, sur la rue d'Ulm, d'un médaillon fort beau et d'une grande ressemblance de l'homme illustre qui y a fait de si glorieux travaux.

Ce médaillon, dû au graveur Auguste Patay, est en bronze, encadré d'une couronne de chêne et de laurier en marbre rose ; il surmonte une plaque de marbre noir qui porte, en lettres d'or, l'inscription suivante :

ICI FUT
LE LABORATOIRE
DE
PASTEUR.
1857
FERMENTATIONS
1860
GÉNÉRATIONS SPONTANÉES
1865
MALADIES DES VINS ET DES BIÈRES
1868
MALADIES DES VERS A SOIE
1881
VIRUS ET VACCINS
1885
PROPHYLAXIE DE LA RAGE

Au-dessous, les *dates de 1864-1888*, entre lesquelles ont été faites les principales découvertes de Pasteur au laboratoire de la rue d'Ulm.

Plus bas une inscription rappelant que l'érection de ce monument a été votée par délibération du Conseil municipal du 7 décembre 1894.

Le médaillon par lequel on vient de compléter cet ensemble décoratif en fait une œuvre d'art de grande valeur.

Dès l'année 1862, on ajoutait au laboratoire une belle salle au rez-de-chaussée, prenant jour sur la cour et sur le jardin, meublée de belles tables de chêne et ornée du buste de Lavoisier.

« La gloire, dit M. Duclaux, commençait à venir, et, avec elle, ce que le public prend volontiers pour elle, je veux dire cet essaim tumultueux et bourdonnant qui s'élève autour de toute œuvre qui perce, et dans lequel, pour de rares abeilles, on trouve tant de guêpes, de frelons, de hannetons, et surtout de mouches du coche. Le laboratoire recevait des visites princières, et savants, publicistes, industriels venaient mettre l'œil au microscope pour y voir ce monde nouveau des infiniment petits. »

Plus on avançait, plus les travaux prenaient d'importance et il fallait sans cesse s'agrandir. Les études sur les vins avaient été en grande partie faites à Arbois ; les maladies des vers à soie avaient été étudiées dans le domaine de Pont-Gisquet,

près d'Alais, ou à la villa Vicentina, près de Trieste. En 1871, le siège de Paris et la Commune ayant empêché Pasteur de rentrer dans son laboratoire, il se réfugia à Clermont-Ferrand chez son dévoué et fidèle élève Duclaux. Le moment lui parut venu de commencer sa fameuse étude sur la bière; l'Ecole de médecine mit une salle de travail à sa disposition et il fut bien accueilli de M. Kuhn, brasseur à Chamalières. De retour à Paris, il dut adjoindre une brasserie à son laboratoire. Elle consista dans une belle salle et un cabinet de travail pourvus de vastes sous-sols où il fut aisé d'aménager une cuve à cuire et des cuves de fermentation.

Pasteur passe ensuite à cette série de recherches qui ont révolutionné la médecine : charbon, choléra des poules, rouget du porc, rage. Cette nouvelle évolution entraîne de nouveaux agrandissements. Il faut beaucoup de place pour loger le nombre toujours croissant des animaux sur lesquels on expérimente. Quoique la brasserie ait été transformée en hôpital et qu'on ait peu à peu envahi de vastes espaces du côté du collège Rollin, on sera trop à l'étroit aussitôt que la méthode prophylactique de la rage sera appliquée à l'homme.

Dans un intéressant compte-rendu de sa visite en février 1886 au laboratoire de la rue d'Ulm, afin de connaître dans tous ses détails le traitement préventif de la rage après morsure, M. Henri de Parville dit : « Nous traversons cette fois la pièce d'at-

lente que nous n'avions fait qu'entrevoir en arrivant. On s'y presse; on s'y étouffe. Cette pièce n'a que quelques mètres carrés. Ceux qui ne peuvent y trouver place restent debout dans le couloir. Là, de tous côtés, sont rassemblées toutes les personnes admises au traitement. Elles sont de tous les pays, de tout sexe et de tout âge; des Français des départements les plus éloignés, des Parisiens, des Parisiennes, des Russes, des Autrichiens, des Roumains, des Italiens, des Espagnols, avec leur costume national; des riches, des pauvres, des ouvriers presque en guenilles, des élégants, des fillettes, des vieillards, des enfants, etc., et quelques médecins étrangers accompagnant leurs malades. Chacun parle son idiome; les enfants pleurent et crient, c'est la Tour de Babel. »

Onze heures sonnent; M. le professeur Grancher arrive; le silence se fait et les inoculations commencent.

... « M. Pasteur a une liste à la main. Ce sont les noms des personnes en traitement. Chaque sujet mordu doit subir tous les matins une inoculation pendant dix jours consécutifs, et, comme chaque jour le virus inoculé doit changer de force, il faut opérer par séries, d'abord la série des nouveaux venus, ceux qui doivent recevoir le virus le plus faible, puis successivement les séries plus anciennes.

« M. Pasteur fait lui-même l'appel : la première série, les derniers arrivés? dit-il. »

. . . . . .

« Il manque quelqu'un dans cette série, fait tout à coup M. Pasteur qui chaque fois contrôle religieusement sa liste. En effet, une pauvre vieille femme, perdue dans la foule et manquant d'air, s'était évanouie. On la sortit dans la cour et elle revint immédiatement à elle. L'entassement, l'odeur du laboratoire et surtout de cette foule cosmopolite avait fait perdre connaissance à cette femme. Il est vraiment temps qu'un local plus grand soit mis à la disposition de M. Pasteur. »

. . . . . .

Il est midi et demi. 70 personnes ont été inoculées avec un tel ordre qu'on n'a à craindre aucune erreur.

« Le spectacle auquel nous venons d'assister laisse une impression profonde. Pauvres gens ! Tous ces mordus étaient condamnés, ils vont vivre. Aussi jettent-ils, avant de quitter le laboratoire, un regard de gratitude sur celui qu'ils appellent bien légitimement leur sauveur, et ils s'en vont calmes et heureux. »

Il ressort de cette visite que, déjà en 1886, les locaux occupés par Pasteur étaient absolument insuffisants. Pendant qu'on est ainsi campé, s'ouvre heureusement une souscription internationale qui produit *deux millions cinq cent mille francs*. On fait alors construire rue Dutot et on dote le nouvel Institut Pasteur. De telle sorte que, parti du pauvre laboratoire établi dans un grenier de

l'Ecole normale, on se trouve maintenant dans un vaste édifice, dans une vaste usine scientifique bien comprise, très aérée, parfaitement éclairée et tout à fait appropriée à sa destination. Le nom de « *palais de la rage* » qui lui vient du langage expressif et imagé des gens du peuple, est une exagération, Pasteur ayant tenu la main à ce que l'argent de ses souscripteurs ne s'en allât pas en ornementations inutiles. En outre, l'Institut de la rue Dutot n'est pas exclusivement réservé au traitement de la rage. D'après l'organisation adoptée par Pasteur lui-même, il comprend différents services :

1° *Le service de la* RAGE, où l'on inocule tous les jours 80 personnes environ. C'est le plus important et celui qui évidemment avait fait affluer les souscriptions dans des proportions inespérées. La direction en a été donnée à M. le professeur Grancher, qui, avec Vulpian, avait décidé Pasteur à transporter sa découverte du chien à l'homme et qui avait fait les premières inoculations du virus antirabique au jeune Joseph Meister.

Dans ce même service les docteurs Chantemesse Charrin, Terrillon, Prengrueber et Germond, ainsi que M. Perdrix, élève de l'Ecole normale supérieure, ont été adjoints au savant M. Grancher.

2° *Le service de la* MICROBIE GÉNÉRALE, ayant pour objet l'étude de tous les microbes, de leurs formes, de leurs qualités et de leurs mœurs. Ce service, l'un des plus utiles, a été confié à M. Duclaux, encyclopédie vivante, orateur éminent, écrivain

remarquable, directeur actuel de l'Institut Pasteur.

3° *Le service de la* MICROBIE MÉDICALE, divisé en deux sections : D'abord la *Section des méthodes*, placée sous la haute main de M. le docteur Roux, esprit d'élite, travailleur infatigable, collaborateur assidu de Pasteur dans les recherches sur le charbon et la rage. M. Roux étudiera spécialement les microbes pathogènes, ceux qu'on trouve à l'origine de toutes les maladies contagieuses et virulentes. Nous verrons qu'il y arrivera rapidement aux plus brillantes découvertes.

Ensuite la *Section des recherches*, avec M. Garnaleïa à la tête. Ce savant russe a beaucoup fait parler de lui à propos du vaccin du choléra.

4° *Le service de la* MICROBIE MORPHOLOGIQUE, où l'on s'occupera de l'histoire naturelle des microbes. Il est confié à M. Metchnikoff, directeur de l'Institut bactériologique d'Odessa, dont nous avons analysé les travaux relatifs à l'immunité.

5° *Le service de la* MICROBIE APPLIQUÉE A L'HYGIÈNE, où l'on cherchera à connaître comment l'air, le sol, les aliments, les vêtements, le contact, l'agglomération des habitants servent à la propagation des maladies microbiennes et comment on peut empêcher cette propagation.

M. Chamberland, qui a la direction de cet enseignement, porte un nom déjà célèbre par les travaux qu'il a accomplis en collaboration avec Pasteur.

Il ne faut pas plus de détails pour faire comprendre la solidité et la grandeur de l'œuvre pastorienne.

L'établissement est prêt ; Pasteur vient s'y installer vers le mois de mars 1888. Peu après a lieu la séance d'inauguration, où assistent le président Carnot, accompagné de quatre ministres, les principales autorités civiles et militaires, les étrangers de marque, toutes les sommités du monde parisien. On y entend de beaux rapports, d'élégants comptes rendus complétant l'histoire de l'Institut ; puis, à son tour, Pasteur, dont la voix est faible, charge son fils de lire les remerciements chaleureux qu'il adresse à tous ceux que son œuvre intéresse et particulièrement à ses généreux souscripteurs : « La voilà donc bâtie, dit-il, cette grande maison dont on pourrait dire qu'il n'y a pas une pierre qui ne soit le signe matériel d'une généreuse pensée ! Toutes les vertus se sont cotisées pour élever cette demeure du travail. »

« Hélas ! j'ai la poignante mélancolie d'y entrer comme un homme vaincu du temps . . . . . »

Il ne doit vivre, il ne doit effectivement rester au milieu de ses collaborateurs qu'un petit nombre d'années. Il meurt le 27 septembre 1895. La France lui décerne des funérailles nationales et solennellement sa dépouille mortelle est déposée dans les caveaux de Notre-Dame. Dans leur

piété, sa veuve, ses enfants, ses élèves ont décidé qu'elle doit rentrer à l'Institut de la rue Dutot. Un artiste de talent, M. Girault, construit à l'entrée de la maison et sur le modèle du mausolée de Galla Placidia, que le fils de Pasteur avait eu l'occasion de visiter à Ravenne, une crypte d'une imposante majesté. Le 26 décembre 1896, après une cérémonie religieuse tout intime, on y transporte les restes du grand homme; ils y sont déposés en présence d'une assistance nombreuse venue pour lui rendre de nouveaux hommages.

On y remarque la délégation anglaise, dont les barrettes de velours noir et les pittoresques costumes, où le rouge domine, tranchent vivement sur la masse des habits noirs.

Le ministre Rambaud, au nom du Gouvernement, M. Baudin, président du Conseil municipal, M. Gaston Boissier, secrétaire perpétuel de l'Académie française, Sir Joseph Lister et ses collègues, M. Cornu, de l'Académie des sciences, M. Bergeron, secrétaire perpétuel de l'Académie de médecine, M. Louis Passy au nom de l'Académie nationale d'Agriculture, M. Paul Tissier, président de l'Association générale des étudiants, enfin M. Duclaux, directeur de l'Institut Pasteur, prononcent d'éloquents discours.

« Au temps des religions de l'Inde, de la Grèce et de Rome, a dit en terminant M. Baudin, chaque famille gardait ses morts au milieu de l'habitation commune, et, moyennant que les parents prissent

soin de leur tombeau, les morts veillaient sur la prospérité de la maison, tutélaires et bienfaisants.

« Ainsi croyaient nos lointains ancêtres. Nous sourions de leurs croyances. Et pourtant, Messieurs, sommes-nous si loin d'eux et, devant le corps de Pasteur ramené au milieu de ses disciples, qui de nous ne fait le rêve que son ombre sera désormais plus présente à leurs travaux, plus directement inspiratrice de pensées et d'efforts? Mais non, loin d'elle ou près d'elle, Pasteur est toujours le chef de cette illustre maison. Son génie est en elle, et ceux qu'il avait choisis pour la faire vivre au delà d'une vie, ajoutent chaque jour à la gloire scientifique de la France et chaque jour amoindrissent la part du mal dans notre douloureuse humanité. »

CHAPITRE XVI

Choléra : symptômes, marche, origine. — Choléra nostras et choléra asiatique. — Robert Koch fait en 1882 la découverte du bacille en virgule. — Précautions hygiéniques contre le choléra. — Nicolas Gamaléia, élève de Pasteur, prépare le vaccin cholérique en 1888.

Sous le nom de choléra ou choléra-morbus (*choléra-maladie*), auquel se rattachent de si tristes souvenirs, on désigne deux maladies qui, malgré la similitude de plusieurs symptômes, présentent, quant à la nature de leurs causes, à leur marche et surtout à leur gravité, des caractères si différents qu'on a pris l'habitude de les distinguer l'une de l'autre : la première dite *choléra sporadique* ou *choléra nostras*, a régné isolément en tout temps dans nos climats, et les anciens lui donnaient le nom de *flux bilieux*, parce qu'elle est caractérisée par de fortes déjections et des vomissements de bile ; la seconde est le *choléra asiatique*, qui exerce de si grands ravages depuis qu'il franchit les limites de l'Inde où il était resté concentré pendant des siècles.

De tous temps, on a attribué le choléra sporadique ou ordinaire à l'usage de certains aliments ou de certaines boissons ; par exemple, à des viandes salées ou gâtées, aux huîtres ou moules avariées,

aux melons, à des fruits verts pris en trop grande quantité, à l'abus des purgatifs ou des vomitifs; on l'a même vu se manifester sous l'influence d'une impression morale vive.

Une personne atteinte du choléra éprouve tout à coup des crampes douloureuses, suivies de nausées et de vomissements abondants. Au bout de quelques heures, quelquefois beaucoup plus vite, la situation s'aggrave : l'envie d'aller à la garde-robe devient incessante ; la soif est ardente, la langue se pointille, les lèvres sont sèches et brûlantes ; les matières vomies deviennent bilieuses, verdâtres et même noirâtres ; les selles sont glaireuses, filantes et horriblement fétides ; le pouls est petit, fréquent et serré, la respiration courte et la parole faible. Malheur au malade quand, à la chaleur brûlante de la peau, succède une sueur froide et visqueuse !

Dans le choléra *asiatique* ou *épidémique*, on observe les mêmes symptômes, mais portés à un degré plus élevé, et il s'y en ajoute d'autres d'une extrême gravité : la coloration de tout le corps en bleu violet, des mouvements d'extrême agitation suivis de moments de torpeur, rétraction du ventre contre la colonne vertébrale, vomissements et selles ressemblant à une décoction de riz ou de petit-lait, effacement du pouls qui bat jusqu'à cent vingt fois par minute; en un mot le corps se *cadavérise*, et, si ces accidents ne s'amendent pas, s'il n'y a une prompte réaction, ce que l'on recon-

naît surtout au retour de la chaleur normale, les malades périssent de quelques heures à trois ou quatre jours et toujours subitement et sans râle.

Les médecins sont loin d'être d'accord sur le traitement du choléra, même de celui qui se montre isolément et qui est infiniment moins grave. Certains y ont vu surtout une affection nerveuse et ont fait grand usage de l'opium ; d'autres ont voulu n'y voir qu'une inflammation des voies digestives et ont eu recours aux sangsues ; ils s'en sont tenus, pour la plupart, à la médecine symptomatique, prescrivant, dès le début, une boisson mucilagineuse tiède pour calmer la soif et rendre moins douloureuses les contractions de l'estomac, ordonnant des lavements avec graines de lin et tête de pavot, passant ensuite au sirop de diacode additionné de quelques gouttes de laudanum ; des emplâtres, des vésicatoires sur le creux de l'estomac, des bains tièdes complétaient quelquefois le traitement.

La cause de la maladie étant inconnue, on tentait toute sorte d'essais : il fallait bien soutenir le moral des malades et les empêcher le plus possible de souffrir. L'expérience ne pouvait-elle d'ailleurs faire découvrir une substance qui eût une action salutaire ? La médecine n'est-elle pas une science expérimentale par excellence ? On agissait et c'était déjà un progrès ; car, pendant de longs siècles, on avait regardé les maladies pestilentielles et contagieuses comme des fléaux infligés aux hommes

par la puissance divine et qu'il fallait subir comme une expiation nécessaire.

Quand on considérait la marche du choléra, on le voyait, du fond de l'Asie, irradier sur les autres portions du monde, généralement en suivant les bords de la mer et les cours d'eau. Par exemple, de l'Inde, il passait en Egypte, et, de l'Egypte, dans les contrées de l'Europe. S'il apparaissait sur un point, on pouvait tracer son itinéraire en figurant le cours des fleuves et de leurs affluents.

D'un autre côté, on avait dû constater que le transport des personnes et de leurs effets, la distribution d'une eau contaminée par les déjections et le lavage des linges à l'usage des malades, favorisaient sa propagation. L'idée vint naturellement d'organiser des quarantaines aux frontières pour enrayer la marche du fléau ; mais, dans la pratique, ces précautions sont rarement assez sérieuses pour être efficaces.

On s'était demandé si le choléra, qui est essentiellement épidémique, est contagieux. Se transmettait-il par contact ou par un mode équivalent ? Etait-ce par l'eau ? Etait-ce par l'air ? Lors de son apparition à Strasbourg, en 1854, l'analyse chimique montra qu'il y avait diminution dans la quantité d'ozone de l'atmosphère ; ce phénomène avait-il quelque rapport avec la recrudescence du mal ? On inclinait d'autant plus à le penser que l'ozone, oxygène concentré, semblait bien avoir

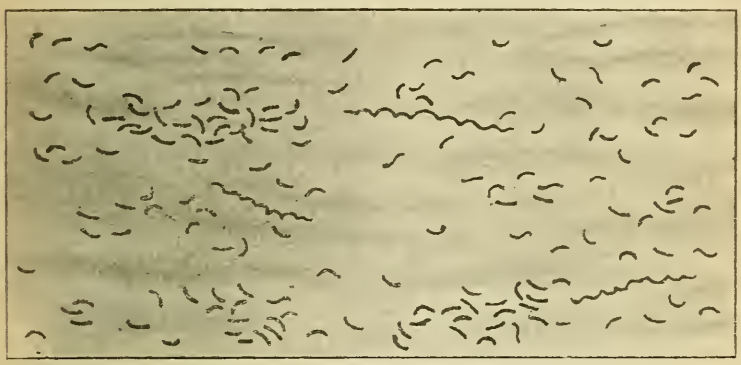
pour rôle de brûler les miasmes, les germes des maladies charriées par l'air atmosphérique.

Des médecins dévoués, comme Meyer, Pinel, Hermann, Vérot et d'autres, s'étaient injecté à eux-mêmes, et sans résultat, des déjections de cholériques; certains s'étaient administré le sang des malades sans en être incommodés. Des expériences analogues n'avaient pas mieux réussi sur les animaux. Quelle était donc au fond la cause du choléra? C'est là qu'on en revenait toujours, et les imaginations continuaient à se donner carrière. « Le choléra n'aurait-il pas pour cause la misère des populations? » se demanda-t-on encore après avoir fait la remarque qu'en France, les grandes étapes du fléau, celles des années 1832, 1849, 1852 et 1867, avaient coïncidé avec des époques de chômage ou de pain cher, soit par l'effet de la révolution, soit par suite de la maladie des pommes de terre, de la présence de l'oïdium sur les vignobles du pays ou de la ruine des magnaneries dans nos départements séricicoles.

Dès que Pasteur eut publié ses beaux travaux sur le parasitisme, on eut l'intuition que le choléra, comme la fièvre charbonneuse, devait être attribué à l'action d'un virus, à celle d'un microbe.

Le savant allemand Koch faisait, en effet, en 1882, en Egypte d'abord, en Asie ensuite, la découverte retentissante d'un bacille qu'il représentait comme la vraie cause de l'épidémie cholérique.

D'après la remarque du Dr Hermann Fol, ce bacille avait même deux éditions ; d'abord le bacille qui avait été trouvé dans l'intestin d'un cholérique en Egypte, semblable, disait Koch lui-même, à celui de la morve : or, le bacille de la morve est absolument droit ; en second lieu, le ba-



Spirilles-virgules du choléra asiatique (d'après le Dr Hermann Fol).

cille signalé dans l'Inde et dont la *forme en virgule* était caractéristique.

« Les préparations que je possède, soit de Marseille, soit de Genève, ajoute M. Fol, contiennent un bacille en forme de C ou d'arc de cercle *également gros des deux bouts*, et, par conséquent, *ne méritant pas le nom de virgule*. »

Indépendamment de ces contradictions, il manquait la preuve que le fameux bacille fût la cause du choléra, ses cultures n'ayant pu inoculer la maladie ni à l'homme ni aux animaux. L'idée

n'en fut pas moins acquise ou du moins acceptée, le choléra était lui aussi une maladie parasitaire. La question de ces virus plus ou moins atténués qui pouvaient, dans des circonstances souvent mal définies, devenir plus ou moins virulentes, ayant fait beaucoup de chemin, on se disait encore qu'il n'y avait peut-être pas deux sortes de choléra, mais simplement un choléra affaibli ou à virus atténué, en permanence dans nos contrées et un choléra à virus virulent, qui pouvait aussi s'y développer sans être absolument un objet d'importation. Le nom d'*asiatique* signifiait que, dans l'Inde, il trouve des conditions plus favorables à sa virulence et que le plus souvent c'est là son point de départ.

D'après cette théorie, il n'y aurait rien d'étonnant à ce qu'il eût pris naissance chez nous aux époques de grande misère. A propos de la peste de Benghazi, en 1856 et en 1858, Pasteur ne faisait-il pas remarquer que son apparition ne pouvait se rattacher à aucune contagion d'origine? « Puis, ajoutait-il, il est d'autres maladies virulentes qui apparaissent, brusquement comme le typhus des armées et des camps. Sans doute, les germes des microbes, auteurs de ces maladies, sont partout répandus, mais atténués, et, en cet état, l'homme les porterait sur lui ou dans son canal intestinal sans grand dommage, et ils ne seraient prêts à devenir dangereux que quand, par des conditions d'encombrement et peut-être de dévelop-

pements successifs à la surface des plaies, dans des corps affaiblis par la maladie, leur virulence se trouverait tout à coup renforcée. »

Nouveau progrès, on réussit à inoculer le choléra à des animaux. On sent dès lors qu'il n'y a plus rien à faire contre cette maladie que d'en chercher le vaccin. Les hygiénistes interviennent cependant, et, tenant compte des caractères du terrible fléau, indiquent les précautions à prendre pour se mettre le plus possible à l'abri de ses atteintes :

1° Quitter les lieux infestés ;

2° Se tenir l'esprit libre et dispos ;

3° Surveiller les fonctions de la peau, tenir la maison propre et les fenêtres ouvertes du matin au soir ;

4° Éviter cependant les courants d'air, et les refroidissements ;

5° Vivre au grand air, dans les champs, le plus longtemps possible, sans se fatiguer toutefois ;

6° Faire de l'hydrothérapie, soit à domicile, soit dans les établissements spéciaux, ce qui règle et renforce le fonctionnement de la peau ;

7° Ne prendre que des aliments de facile digestion ;

8° Se garder de tout excès de nourriture et de toute indigestion :

9° Autant que possible ne pas se départir de son

régime habituel, de celui auquel l'économie est habituée ;

10° Fuir les rayons excessifs du soleil ;

11° Ne manger que des fruits bien mûrs et de bonne qualité, en laissant de côté ceux qui sont lourds à digérer ;

12° Ne pas abuser des spiritueux, les alcooliques étant prédisposés à contracter la maladie ;

13° Être très réservé dans l'usage des boissons glacées ;

14° N'employer que de l'eau de bonne qualité et à l'abri de tout contact suspect avec un sol contaminé ou des infiltrations aléatoires ;

15° Entretenir la liberté du ventre, à l'aide, s'il le faut, de légers laxatifs ;

16° Enlever le plus vite de l'appartement les matières des selles et des vomissements ;

17° Ne fût-ce que pour donner satisfaction à l'opinion publique, isoler les cholériques dans des lazarets bien installés et desservis par un personnel peu nombreux mais habile, et n'ayant aucune communication avec le dehors ;

18° Quoique les désinfectants les plus énergiques, tels que le sulfate de cuivre, le chlorure de chaux, l'acide phénique, etc., n'aient point, d'après les meilleurs auteurs, d'action assurée sur les microbes, il est prudent de garnir d'une certaine quantité de ces désinfectants le fond des vases destinés à recevoir les déjections, qu'il importe d'enfouir ensuite profondément dans le sol ;

19° Passer à l'étuve, pendant 24 heures, les objets d'habillement et de literie ayant servi aux malades ;

20° Avoir soin que les cholériques morts soient ensevelis avec toutes les précautions recommandées par les règlements sanitaires : par exemple, dans des fosses profondes au moins de deux mètres, dans un terrain qui ne devra pas, d'une quinzaine d'années, être remué pour de nouveaux ensevelissements.

En somme, toutes ces mesures se réduisent à surveiller attentivement la propreté des villes, des habitations et des personnes. Elles auront toujours leur utilité. On est cependant en droit de les trouver méticuleuses ; car, pendant les épidémies, les statistiques n'ont pas présenté, paraît-il, plus de cas chez les individus chargés de manipuler les cadavres que chez les autres.

Nous sommes en 1888, lorsque le bruit se répand tout à coup qu'un jeune savant, ancien élève de l'Institut Pasteur, M. Nicolas Gamaléia, directeur du laboratoire biologique d'Odessa, vient de réaliser un progrès décisif.

A la date du 20 août, le président de l'Académie des sciences réclame effectivement l'attention de l'assemblée pour la lecture que va faire Pasteur lui-même du rapport qui lui a été transmis au sujet du vaccin cholérique.

Après avoir rendu aux théories microbiennes

l'hommage qui leur est dû et avoir déclaré qu'il vient seulement d'en faire une nouvelle application, le jeune savant russe y expose qu'après avoir réussi à cultiver le vibrion cholérique, il est également parvenu à lui donner une virulence extrême, en le portant sur un pigeon après l'avoir fait passer sur un cobaye. Un point important est ainsi acquis : on peut à volonté inoculer le choléra. Or, malgré les assertions de quelques microbiologistes qui se vantaient d'avoir communiqué la maladie, le fait paraissait encore douteux et on considérait généralement le choléra comme non inoculable. Les élèves de Pasteur, pendant leur expédition en Egypte, n'avaient, par exemple, réussi qu'une fois à donner le choléra à une poule.

Il restait à trouver la méthode préventive de la maladie.

Pour cela, M. Gamaléia a cultivé le virus de passage dans un bouillon nutritif, puis il l'a chauffé à 120 degrés pendant vingt minutes afin de tuer sûrement tous les microbes.

Il a inoculé des pigeons avec cette culture stérilisée, à plusieurs reprises et à des doses variant entre huit et quatre centimètres cubes, et il a constaté que ces pigeons étaient *devenus réfractaires au choléra.*

Ces expériences prouvent donc : 1° que le choléra peut être communiqué; 2° que le virus cholérique stérilisé et inoculé à petites doses donne l'immunité.

On se trouvait ainsi en présence d'une véritable méthode de vaccination préventive, conforme à celle que Pasteur a trouvée pour la rage. Les mêmes principes ont été appliqués dans l'une et dans l'autre: exaltation du virus morbide, puis transformation de ce virus exalté en substance chimique qui devient un vaccin.

La méthode est déjà d'une efficacité constatée pour les animaux et M. Galaméia a le ferme espoir qu'avant peu, elle sera d'une égale efficacité pour l'homme. Il désire d'ailleurs répéter à Paris les expériences faites à Odessa. Il ajoute qu'il est prêt à en faire l'essai sur lui-même et à aller ensuite dans l'Inde appliquer sa méthode au milieu des populations où le choléra fait tant de victimes.

Pasteur déclare se mettre complètement à la disposition de M. Galaméia, et demande que le travail du jeune savant soit renvoyé à la commission du prix Bréhant.

L'Académie décide que, vu la circonstance, Pasteur devra s'adjoindre à cette commission, qui est composée des membres de la Section de médecine et de chirurgie.

Les expériences de M. Gamaléia exécutées à l'Institut Pasteur, ont confirmé les faits annoncés, et on a tout lieu de penser qu'une épidémie cholérique venant à se déclarer, on ne serait plus désarmé contre elle.

M. Gamaléia n'a, paraît-il, point cessé de tra-

vailler au perfectionnement de sa méthode. Puisse-t-il, à la première occasion, en faire une application absolument concluante en ce qui concerne le choléra de l'homme ! Par la solution d'un aussi redoutable problème, il sauvera d'innombrables existences et augmentera la gloire des Pastoriens.

CHAPITRE XVII

Diphtérie, croup, angine diphtérique. — Microbe de Klebs et Lœffer. — Mémoire des Drs Roux et Yersin en 1889. — La sérothérapie et MM. Maurice Raynaud, Richet et Héricourt, Behring et Kétasato. — Importante communication de M. Roux au Congrès de Bucharest sur le même sujet et traitement de la diphtérie humaine, par MM. Roux, Martin et Chaillou.

Croup, *diphtérie*, ce sont les noms par lesquels on désigne des affections à marche foudroyante, ayant leur siège à l'entrée des voies respiratoires et caractérisées par la formation de fausses membranes qui empêchent le libre accès de l'air dans les poumons.

Il n'y a pas de maladie plus atroce, plus désespérante que le croup. Le plus souvent, il éclate tout d'un coup, la nuit, sans aucun signe précurseur, et il s'attaque aux enfants de deux à huit ans. Subitement ces pauvres petits êtres éprouvent des suffocations et comme une sorte d'étranglement. En même temps, apparaissent tous les symptômes d'un rhume violent : le malaise est général, on frissonne, la peau est chaude, le fond de la gorge a de l'inflammation, les amygdales sont tuméfiées, les glandes du cou s'engorgent, la voix prend une intonation grave et caverneuse, la res-

piration est sifflante et entrecoupée, le caractère particulier de la toux s'accentue et elle peut être comparée au gloussement d'une poule ou au cri d'un jeune coq. C'est de là que vient le nom de croup.

Jusqu'ici, on peut n'avoir affaire qu'à un faux croup, laryngite grave, mais dont on vient encore assez facilement à bout.

Le vrai croup ou laryngite couenneuse a un symptôme saillant ; c'est l'expulsion, par la toux ou les vomissements qu'elle provoque, de lambeaux de membranes semblables à du parchemin ou à de l'albumine coagulée. Dans l'intervalle des accès, la voix est le plus souvent complètement éteinte, la face est bouffie, les lèvres bleuissent, le cou se tuméfie, la mort survient et a toutes les apparences d'une véritable asphyxie. La maladie dure généralement de trois à huit jours.

Avant 1894, la médecine avait été impuissante à guérir le véritable croup. Le seul moyen sur lequel on pouvait rationnellement compter, c'était un vomitif qui facilitait l'expectoration des fausses membranes. Effectivement, leur expulsion avait toujours été le présage d'une terminaison favorable. Aussi, pour les extirper, avait-on eu recours, quelquefois avec succès, à une incision sur le devant du cou, à la trachéotomie.

Que de médecins ont été victimes de leur dévouement à leurs intéressants malades ! Poussant le zèle jusqu'à aspirer les faux tissus qui

obstruaient la route de l'air, ils s'inoculaient la terrible maladie.

L'angine diphtérique agissait d'ailleurs de la même façon à l'égard des adultes et des vieillards.

Évidemment, ces maladies étaient occasionnées par un virus spécial ; les travaux de Pasteur ne permettaient aucun doute à ce sujet, lorsqu'en 1883, M. Klebs signalait le microbe des fausses membranes diphtériques. Il y avait même plusieurs microbes dans ces membranes, mais celui qu'il décrivait, était bien spécial à l'affection. M. Lœffer l'ayant retrouvé l'année suivante, l'isola, le cultiva et l'inocula à des lapins et à des cobayes, qui furent diphtériques et chez lesquels on put constater la production des fausses membranes. M. Lœffer hésita cependant à conclure, parce qu'il n'avait pas observé chez les animaux opérés les accidents paralytiques qui se produisent d'ordinaire chez les personnes atteintes de diphtérie et enfin, parce qu'il avait découvert dans la bouche d'un enfant bien portant un bacille identique au bacille de Klebs, un bâtonnet pareil à celui de la tuberculose, mais un peu plus épais.

MM. Roux et Yersin allèrent plus loin et, dans un mémoire publié dans les *Annales de l'Institut Pasteur en* 1889, démontrèrent que le microbe entrevu par les deux savants allemands était bien le microbe caractéristique du croup et de l'angine infectieuse. Ce bacille, recueilli sur des diphtériques, cultivé avec soin dans du sérum pectonisé

de bœuf, de mouton ou de cheval, ayant été inoculé, avait produit, non seulement les fausses membranes, mais des paralysies analogues à celles qu'on observe chez l'homme à la suite de la diphtérie.

Ce microorganisme ne se multiplie pas dans les organes des malades ; il reste confiné dans les fausses membranes. Cela explique pourquoi l'expulsion de ces membranes était un présage de guérison. Mais on s'était demandé comment une culture de microbes, ainsi localisée, pouvait donner lieu à une infection générale. MM. Lœffer et Œrtel avaient pensé que cette expansion du mal pouvait avoir pour cause un poison sécrété par les microbes. Or, ce que ces savants avaient pressenti, MM. Roux et Yersin le démontrèrent. Ayant filtré une culture du bacille de Klebs à travers de la porcelaine dégourdie, de manière à n'y laisser passer aucun être vivant, ils avaient inoculé le liquide à des lapins et à des cobayes, qui étaient morts au bout de cinq à six jours en donnant tous les signes d'une infection diphtérique ; on était même parvenu, en inoculant ces animaux à haute dose, à les tuer en moins d'un jour. C'était un fait d'une haute importance que les remarquables travaux de M. Armand Gautier sur les *leucomaïnes* (alcaloïdes, poisons engendrés par les cellules vivantes) auraient pu faire prévoir, car un microbe n'est souvent qu'une cellule et une cellule n'est autre chose qu'un microbe.

L'action de la chaleur et celle de l'air diminuent l'activité des matières toxiques engendrées par le bacille de Klebs et la manière dont se comportent ces matières à l'air et à la chaleur permet de les rapprocher des diastases.

Le bacille, pas plus que son poison, n'agit sur les souris et les rats, qui sont réfractaires à la diphtérie.

Voici, du reste, comment les pastoriens Roux et Yersin terminent leur important mémoire de 1889 :

« Nous pensons que l'on peut déjà se faire une idée assez juste de ce qu'il serait possible de faire pour diminuer le nombre des cas de diphtérie. Toutes les expériences sur les animaux tendent à prouver que le microbe de la diphtérie ne se développe que sur une muqueuse déjà malade ; il est probable que, le plus souvent, il en est ainsi chez l'homme. Aussi voit-on que la diphtérie est surtout fréquente à la suite de la rougeole et de la scarlatine. On ne doit donc jamais négliger l'angine de ces deux maladies, il faut pratiquer fréquemment des lavages phéniqués de la bouche et du pharynx chez les enfants atteints de rougeole et de scarlatine, puisque l'acide phénique paraît être l'antiseptique le plus efficace, même dans le cas de diphtérie confirmée. Cette précaution devrait être suivie systématiquement, surtout dans les hôpitaux d'enfants où l'on voit si souvent la rougeole et la scarlatine se compli-

quer de diphthérie. Les angines les plus simples chez les enfants exigent les mêmes attentions. M. Lœffer a observé le bacille de la diphtérie dans la bouche d'un enfant qui n'avait pas cette maladie. Peut-être ce bacille reste-t-il inoffensif tant que la muqueuse conserve son revêtement épithélial, pour reprendre tout à coup sa virulence et sécréter son poison quand l'organisme s'y prête. »

Le remède contre la diphtérie n'est pas encore découvert; mais on est visiblement sur la voie : encore un effort et nous assisterons au triomphe.

Nous voici au mois de septembre 1894. Des savants de tous les pays sont venus assister au Congrès de Budapest; les Hongrois les reçoivent avec la plus charmante courtoisie; dîners, représentations de gala, réceptions de toute sorte, rien ne manque tant l'accueil est chaleureux. Mais, de toutes les fêtes, la plus belle sera encore la fête intellectuelle.

Les Allemands sont nombreux et font des communications fort intéressantes. Les Français ne sont qu'une poignée, une vingtaine en tout; seulement la valeur va suppléer au nombre et les applaudissements ne leur feront pas défaut.

M. Chauveau parle *sur l'hérédité des maladies infectieuses*; le Dr Chantemesse *sur les eaux potables*; M. Duplay *sur l'étiologie du cancer*; le professeur Hanot *sur la nature infectieuse de l'ictère grave*; le Dr Roux *sur la peste orientale*, dont le

Dr Yersin vient de découvrir le microbe. M. Elie Metchnikoff, une autre gloire de la phalange pastorienne, *sur le choléra et l'immunité*, sur la façon merveilleuse dont l'organisme vivant repousse l'assaut des microbes malfaisants.

Comme nous le disions en commençant ce volume, on voit que les microorganismes, que les théories produites par notre grand Pasteur sont l'unique préoccupation du monde savant. Ce n'est pas une question de mode, c'est tout l'avenir.

Ces divers mémoires ont été accueillis avec grande faveur; mais un véritable enthousiasme éclate dans l'assemblée, parmi les Allemands comme parmi les savants des autres nations, quand le Dr Roux, prenant une seconde fois la parole, fait une magistrale communication sur *les sérums antitoxiques* et *sur le traitement de la diphtérie humaine par le sérum antidiphtérique*.

Il commence par rappeler que la question des sérums antitoxiques est née avec les expériences de Maurice Raynaud sur le sang des génisses inoculées du cow-pox et avec celles de MM. Richet et Héricourt sur le sérum des chiens et des lapins vaccinés contre une septicémie spéciale.

MM. Behring et Kitasato avaient fait voir de leur côté qu'un animal immunisé par des doses croissantes d'une toxine tétanique ou diphtérique, avait donné un sérum capable d'immuniser un second animal contre le tétanos ou la diphtérie. L'immunité dernière n'avait pas été de longue durée ; mais

on n'en avait pas moins trouvé un mode nouveau de vaccination : sans autre intervention du microbe générateur et par le seul effet de la toxine qu'il avait d'abord produit, on provoquait la formation d'une antitoxine préservatrice.

« Depuis la découverte de M. Behring, ajoute M. Roux, on a constaté que le sérum des animaux immunisés contre diverses maladies contagieuses est préventif et thérapeutique. Il en est ainsi pour le sérum des animaux vaccinés contre la pneumonie, le choléra, le vibrion avicide, le hog-choléra, etc. C'est donc là une propriété assez générale. Ces qualités des sérums ont été expliquées par l'action neutralisante qu'ils exercent sur les poisons microbiens. Qui ne connaît la belle expérience consistant à faire voir que la toxine tétanique et la toxine diphthérique cessent d'être nocives quand elles sont mélangées avec un peu de sérum d'un animal vacciné contre le tétanos et la diphtérie ? Mais ce pouvoir antitoxique, si marqué dans les sérums antitétanique et antidiphtérique, ne se retrouve plus dans le sang des animaux vaccinés contre les autres maladies énumérées. Le sérum des lapins rendus réfractaires au hog-choléra ou à l'infection pneumonique, pas plus que celui des cobayes vaccinés contre le choléra ou le vibrion avicide, ne manifeste aucun pouvoir antitoxique ni *in vitro*, ni dans l'organisme. Ce fait est bien acquis depuis les recherches de M. Metchnikoff sur le hog-choléra, de M. Issaeff sur la pneumonie, de M. Pfeif-

fer sur le choléra, de M. Sanarelli sur le vibrion avicide et la fièvre typhoïde. Les animaux immunisés sont tout aussi sensibles au poison de ces maladies que les animaux neufs. Leur sérum ne protège pas contre la toxine, mais contre le microbe. M. Metchnikoff en a trouvé la raison dans ce fait que ces sérums sont des stimulants des cellules phagocytaires qui englobent alors les microbes introduits et les empêchent de pulluler en les détruisant par une véritable digestion. La maladie est réduite à une lutte locale. »

M. Roux cite des expériences où le sérum d'un animal immunisé contre une maladie déterminée, agit contre une autre et des exemples où le sérum d'un animal sain a des propriétés immunisantes contre certaines affections. Le pouvoir préventif d'un sérum contre les virus vivants n'est donc point spécifique et il n'y a rien là de surprenant, car, suivant l'expression de M. Metchnikoff « il s'agit non pas d'*antitoxines* mais de *stimulines*, dont plusieurs seraient capables d'un même effet ».

Ayant fait la remarque que l'antitoxine abonde d'autant plus dans le sang que l'animal a reçu plus de toxine, par une transformation qui s'effectue dans le corps. M. Buchner soutient que l'antitoxine dérive de la toxine; après avoir eu tout le premier recours à cette explication, M. le Dr Roux a dû y renoncer. N'a-t-il pas démontré, avec la collaboration de M. Vaillard, d'abord

qu'on peut retirer en peu de temps d'un lapin vacciné contre le tétanos, un volume de sang égal au volume total de celui qui circule dans son corps sans que le pouvoir antitoxique de son sérum baisse sensiblement, ensuite que la quantité d'antitoxine varie avec le mode d'administration de la toxine. Il semble bien en résulter que la toxine ne se transforme pas directement en antitoxine, mais agit simplement comme excitant sur les cellules chargées de la produire.

Bien qu'un mélange bien fait de sérum antitoxique et de toxine n'ait plus aucune action, que sa neutralisation soit complète, le jeune et déjà très illustre savant français démontre, à l'aide de faits précis, que cette neutralisation n'a pas le caractère d'une action chimique. Il n'y a pas combinaison des deux substances ; elles sont seulement côte à côte, agissent en sens inverse, mais restent toujours distinctes, au point qu'un même mélange peut, suivant les circonstances, suivant l'état des sujets soumis à l'expérimentation, être toxique, neutre, ou antitoxique. D'où la probabilité que le sérum exerce son action sur les cellules plutôt que sur la toxine. Il les stimule suffisamment si elles sont bien vivaces ; dans le cas contraire, le sérum ne produisant sur elles qu'une excitation insuffisante, la toxine, peut à loisir exercer ses ravages habituels. Nous avons vu, en parlant de la phagocytose, que certaines cellules sont chargées de détruire les microbes; peut-être ces mêmes cellules

ont-elles aussi la mission d'élaborer les antitoxines.

Ce beau mémoire qu'il aurait fallu citer tout entier, était la préface naturelle de celui qu'allait lire M. Roux sur le *traitement de la diphtérie humaine par la sérothérapie*. Cette dernière lecture allait fixer la date de l'un des plus importants progrès qui aient été accomplis par la médecine.

La sérothérapie étant connue à titre de méthode générale, il n'y avait de pensée plus heureuse que d'en faire une prompte application à un cas spécial pour vérifier quels pouvaient en être au juste les résultats pratiques. Cette pensée, M. Roux l'avait eue, et, depuis 1891, il poursuivait avec M. Martin des expériences sur l'emploi du sérum antitoxique contre le croup, cette maladie horriblement meurtrière dont nous avons résumé les symptômes. Ces travaux avaient non seulement confirmé les découvertes de MM. Behring, Ehrlich, Boer, Rossel et Wassermann, mais avaient abouti à un traitement net, précis, efficace de la diphtérie humaine.

Voici, d'après M Roux, la technique de la préparation du sérum antidiphtérique et les règles de son administration aux malades :

La toxine est d'abord produite par la culture d'un bacille diphtérique aussi virulent que possible dans du bouillon pectonisé à 2 pour 100 préalablement stérilisé à l'autoclave, au contact de l'air humide et dans des vases à fond plat. Lorsque

le développement est bien commencé, dans l'étuve à 37°, on règle le mouvement de l'air qui pénètre dans chaque matras, après avoir barboté dans un flacon laveur. En moins d'un mois, la culture est suffisamment riche en toxine; sa réaction est fortement alcaline. On la filtre à l'aide de la bougie Chamberland et le liquide clair est placé dans des vases qui, bien remplis et bouchés, sont maintenus dans l'obscurité et à la température ordinaire. Ce procédé rapide, dû à MM. Roux et Yersin, donne une toxine qui tue généralement un cobaye de 500 grammes en quarante-huit heures à la dose de un dixième de centimètre cube. Elle s'affaiblit à la longue, mais lentement.

Il s'agit maintenant d'immuniser les animaux qui doivent fournir le sérum. On ajoute à la toxine, pour l'atténuer, un tiers de son volume de liqueur de Gram et presque aussitôt on injecte le mélange sous la peau. Cette méthode d'atténuation par l'iode est celle que MM. Roux et Vaillard avaient trouvée la meilleure dans leurs recherches sur le tétanos. Un lapin de grosseur moyenne supporte une injection de 0,5 cc du liquide; on la renouvelle au bout de quelques jours, et on continue ainsi pendant quelques semaines; on augmente la proportion ou on diminue celle de l'iode, jusqu'à ce qu'enfin on administre la toxine dans son état de pureté. Il faut souvent peser les animaux et interrompre les injections dans le cas où ils perdraient trop de leur poids.

Des chiens, des moutons, des chèvres, des vaches, des chevaux ont été ainsi immunisés et ont donné un sérum plus ou moins actif.

Le cheval supporte la toxine beaucoup plus aisément que les espèces précédentes : souvent une injection de 2 à 5 cc. de toxine forte ne provoque en lui qu'une fièvre passagère et un œdème local promptement dissipé. D'après l'idée émise par M. Behring, un sérum serait d'autant plus antitoxique que l'animal est plus sensible à la toxine, et le choix du cheval serait mauvais ; cependant c'est à ce choix qu'ont cru devoir s'arrêter MM. Roux, Nocard et Martin. D'abord, ils ont remarqué que le cheval est le plus facile à immuniser, le sérum de cheval est, en outre, même à des doses considérables, inoffensif pour les animaux de laboratoire et pour l'homme, qui le résorbent en quelques instants sans réaction locale ; de plus, on peut tirer de la jugulaire d'un cheval, aussi souvent qu'on en a besoin, de grandes quantités de sang d'où se sépare un sérum limpide et clair dont on évalue le pouvoir immunisant à 100.000. Aucun autre sérum ne présente des conditions aussi favorables.

M. Behring a proposé, pour mesurer l'activité immunisante d'un sérum, un système consistant à en prendre la quantité nécessaire pour immuniser un gramme d'animal contre un volume de toxine purement mortel et injecté douze heures après le sérum Un sérum à 1 millième est, par exemple,

celui dont 1 milligramme serait capable d'immuniser 1 gramme d'animal contre une dose mortelle de toxine.

M. Ehrlich a adopté un autre système de mesure : pour lui, l'unité immunisante est représentée par 1 dixième de cc. d'un sérum qui, mélangé avec 9 dixièmes de cc. de toxine normale, la neutralise au point que le tout injecté sous la peau d'un cobaye ne produit aucun œdème.

Le sérum employé par M. Roux étant à 1 cent-millième, il suffit que des cobayes aient reçu douze heures auparavant le cent-millième de leur poids de sérum pour qu'ils résistent à une dose de toxine capable de tuer les cobayes témoins en cinq jours. Avec 1/50000, ils supportent une quantité de toxine mortelle en quarante-huit heures.

Si la toxine est injectée la première, il faut une dose de sérum d'autant plus grande qu'on intervient plus tard.

Par des expériences nombreuses et précises sur des cobayes et des lapins, M. Roux se rend compte des effets du sérum antidiphtérique dans les différents cas possibles, soit après inoculation de la toxine, soit après introduction d'un virus vivant. Se sentant alors en mesure d'appliquer le traitement sérothérapique à la diphtérie humaine, il va, en collaboration de MM. Martin et Chaillou, à l'hôpital des Enfants-malades, et du 1er février au 24 juillet 1894, il y soigne 448 enfants atteints du croup.

A tous les malades entrants, il injecte sous la peau du flanc 20 cc. de sérum de cheval d'une force de 50000 à 100000. Cette injection n'est pas douloureuse et, si elle est faite aseptiquement, ne donne lieu à aucun accident. Si l'examen bactériologique n'établit pas qu'on a affaire à la diphtérie, l'opération n'est pas renouvelée. Dans le cas contraire, on la recommence au bout de 24 heures. Ces deux injections suffisent le plus souvent pour mener à bien la guérison. Chez les enfants, comme chez les animaux précédemment soumis au traitement antidiphtérique, les fausses membranes remplies de microbes, à développement rapide et enflammé tout à l'entour, disparaissent presque aussitôt, laissant une surface absolument saine.

Dans le cas seulement où la température reste élevée, on a recours à une troisième injection de 10 à 20 cc. de sérum. Les enfants dont le poids est d'environ 14 kilogrammes, en reçoivent, en général, le millième de leur poids, et l'on va bien rarement jusqu'à un centième.

En fait d'accidents consécutifs à la maladie, on observe quelques cas de paralysie, et, pendant la convalescence, il survient parfois des éruptions ayant l'aspect de l'urticaire et qu'on attribue à l'emploi du sérum.

Sur les 448 enfants entrés au pavillon de la diphtérie, on a compté 109 décès, soit 24,33 0/0. Or, de 1890 à 1894, la mortalité avait été en

moyenne de 51,71 pour 100. Le bénéfice dû à la nouvelle méthode est par suite de 27,38 pour cent.

Ce chiffre, adopté par le trop modeste savant est inférieur à la réalité. La statistique ayant été faite sur les 118 cas de diphtérie pure, c'est-à-dire sur les cas non compliqués de pneumonie, coqueluche, scarlatine, rougeole, etc., on a reconnu que le traitement sérothérapique n'a manqué d'efficacité que *deux fois;* il n'y a eu que *deux décès* sur les 118 malades traités dans des conditions normales suivant les prescriptions du docteur Roux.

Ces chiffres sont pleins d'éloquence et on comprend l'enthousiasme qui éclata au congrès de Bucharest à la suite d'une lecture dont nous n'avons pu donner qu'un résumé succinct. Pasteur, qui vivait encore, mais qui était déjà un vaincu de la maladie et du temps, put assister aux progrès de la science microbiologique qu'il avait créée.

Cette science marchait à pas de géant. On avait constaté que les produits toxiques des microbes produisaient les mêmes désordres que les microbes eux-mêmes, que le sang des animaux immunisés agissait comme les virus atténués. Combinée avec l'idée géniale qui avait présidé au traitement de la rage, cette constatation avait fait trouver un remède souverain contre la diphtérie et d'autres fléaux.

Selon l'expression de M. Gaston Paris, « Pasteur applaudit chaleureusement à la découverte du vaccin de la diphtérie; elle fut la dernière joie de sa grande âme. Il pouvait quitter son œuvre : il savait qu'elle était en bonnes mains. »

CHAPITRE XVIII

La tuberculose. — Caractères de cette maladie. — En 1865, M. Villemin prouve que la phtisie est contagieuse. — En 1882, le Dr Koch découvre le microbe de la tuberculose et, en 1890, il annonce qu'il en a trouvé le remède. — Découvertes de MM. Grancher et H. Martin sur le même sujet. — Grandeur et décadence de la *tuberculine*. — En 1897, Koch annonce des expériences plus concluantes et il semble que de divers côtés on soit sur la bonne piste.

La tuberculose est, de toutes les maladies, celle qui fait les plus grands ravages; elle entre pour plus d'un cinquième dans la mortalité générale. Sa forme la plus commune est la phtisie pulmonaire, mais elle se manifeste encore sous forme de méningite, de péritonite, de tumeur blanche, etc. Elle est contagieuse et beaucoup d'observations tendent à établir qu'elle est héréditaire. Au congrès de 1888, M. Ferrand a cité un grand nombre de faits à l'appui de cette dernière opinion ; entre autres, celui-ci :

La famille X... est composée de la mère, du père et de sept enfants, dont deux filles et cinq garçons.

Le père meurt de phtisie; tous les enfants mâles sont morts d'accidents tuberculeux; les filles, qui se sont mariées, sont mortes aussi de tuber-

culose, et parmi les enfants de ces dernières, plusieurs ont déjà succombé.

Comme la tuberculose s'attaque surtout à l'enfance et à l'adolescence, c'est-à-dire aux sources vives des populations, elle présente tous les caractères d'un danger social. Aussi combien intéressant est ce qui touche aux moyens de la guérir ou d'en atténuer les effets et comme on comprend que les médecins, les savants et le public lui-même constituent des congrès pour discuter les observations nouvelles, se concerter et avertir les pouvoirs publics sur les meilleures conditions d'enrayer le terrible fléau !

La tuberculose n'est pas une maladie spéciale à l'homme ; elle est fréquente chez le lapin, le cobaye, la vache. Elle tire son nom des granulations grisâtres, de volume variable et de forme arrondie, véritables *tubercules*, infiltrant les organes, surtout les poumons qui sont détruits peu à peu.

La connaissance de ces tubercules est due aux travaux de l'École française, et spécialement à ceux entrepris au commencement de ce siècle par l'illustre Laennec.

Longtemps on avait cru que la maladie naissait spontanément chez l'homme du fait de la misère, du surmenage, du froid, sur un terrain peut-être préparé par l'hérédité.

Cette manière de voir fut renversée par les travaux mémorables d'un médecin militaire français,

Villemin, qui dès 1865, réussit à inoculer la phti-

Les bacilles de la phtisie vus au microscope dans un crachat nouvellement expectoré.

sie humaine aux animaux, tels que les lapins et

Les mêmes bacilles vus au microscope aprés une période de développement de quatorze jours.

les cobayes, et démontra ainsi que *la tubercu-*

lose est une maladie virulente, transmissible et contagieuse.

Comme toute nouvelle acquisition de premier ordre, la découverte de Villemin fut acceptée d'abord par des dénégations, même dans notre pays, et l'accord ne fut unanime que lorsque *Robert Koch*,

Culture pure de bacilles de la tuberculose vus au microscope. (D'après des photographies communiquées par le Dr Koch à M. C. Hacks.)

en 1882, *eut trouvé le microbe de la tuberculose et démontré que la phtisie était due toujours à un bacille de forme spéciale, facile à reconnaître dans les tubercules ou dans les crachats des malades.* M. le Dr Koch ne se contenta pas de constater la présence de ce bacille dans les tubercules, il l'isola, le cultiva, et, en inoculant ce bacille ainsi cultivé et à l'état de pureté à des séries d'animaux de diverses espèces, il fit éclore à volonté la tuberculose, démontrant ainsi d'une façon irréfutable que le bacille était bien l'agent de la maladie.

La découverte du microbe de la tuberculose n'était pas faite seulement pour intéresser les savants ou les gens de laboratoire, comme on le croit trop souvent dans le public. Elle fut rapidement féconde en applications pratiques. Dans nombre de cas, la phtisie pulmonaire, au moins au début, était difficile à reconnaître avec les moyens cliniques ordinaires; il suffit maintenant de retrouver le bacille caractéristique dans les crachats d'un malade pour affirmer chez lui la tuberculose. Avant la découverte du bacille, un certain nombre de maladies, en raison de l'aspect extérieur de leurs lésions, ne pouvaient être différenciées de la tuberculose. Elles sont considérées aujourd'hui comme de fausses tuberculoses, des *pseudo-tuberculoses*, comme on les appelle, parce qu'elles ne sont pas produites par le bacille spécifique. Tout récemment encore, au congrès de Berlin, trois Français, MM. Dieulafoy, Chantemesse et Fernand Widal, décrivaient, chez nos pigeons domestiques, une maladie simulant de tous points la tuberculose, mais s'en distinguant en ce que les lésions sont produites, non par le bacille de Koch, mais par un champignon contagieux pour les gaveurs qui se trouvent en contact avec les animaux.

La notion de la virulence et de la contagiosité de la tuberculose avait transformé du premier coup nos idées sur les moyens de combattre la maladie. Au lendemain de la découverte de Villemin et de

M. Koch, en attendant un moyen radicalement curateur, on s'était attaché à empêcher la contagion de la maladie par des mesures d'hygiène, s'appuyant sur des faits scientifiques certains. Ne savait-on pas dès lors que les bacilles tuberculeux résidaient dans les crachats des malades, et que ces crachats pouvaient être une source de contagion ? Les crachats répandus par terre se dessèchent, en effet, et, comme les bacilles résistent à la dessiccation, ils flottent dans l'air que nous respirons. Ne savait-on pas encore que le parasite de la tuberculose pouvait se rencontrer dans le lait, les muscles, le sang des animaux qui servent à l'alimentation de l'homme (bœuf, vaches, lapin, volailles) ?

Aussi les hygiénistes se sont-ils efforcés, en ces dernières années, de dénoncer le danger du crachat desséché, dans les mouchoirs, les linges ou sur les parquets, et le danger du lait ou de la viande des animaux tuberculeux.

Les instructions du dernier congrès de la tuberculose, en 1888, et celles de la commission de la tuberculose à l'Académie conseillent l'usage de crachoirs et leur désinfection par l'eau bouillante ; elles recommandent que le lait consommé soit toujours bouilli et se contentent de prohiber la viande crue, la viande peu cuite, le sang, car si, dans les abattoirs, on détruisait la chair et les animaux suspects de tuberculose, avec indemnité aux propriétaires, il s'agirait, d'après M. Nocard, au

moins de 10 millions à inscrire annuellement au budget.

Il est hors de doute que ces mesures d'hygiène ponctuellement suivies peuvent arracher chaque année à la mort nombre d'individus qui auraient été victimes de la contagion. Mais, comme le disait récemment M. Grancher, dans un livre remarquable sur la tuberculose, quand on s'adresse à tout le monde, on ne risque guère de voir des conseils gênants ou incommodes facilement suivis. D'ailleurs on se heurte parfois à l'impossible, parce que la vie sociale comporte, dans la famille, l'école, la caserne, l'hôpital des exigences qu'on ne peut toujours transgresser.

Aussi la prophylaxie de la tuberculose par les mesures d'hygiène n'était-elle qu'un moyen d'attente. Il y avait plus à espérer de la découverte du bacille de la tuberculose. Il ne suffit pas au microbiologiste de trouver un microbe, il faut que la connaissance de ce microbe serve à trouver scientifiquement la guérison de la maladie. Cette guérison de la tuberculose, on la recherchait expérimentalement, un peu partout, depuis huit ans. Mais il faut croire que cette recherche devait être peu aisée, puisque c'est seulement dans le mois d'août 1890, qu'ont été publiés les premiers résultats positifs.

Le 4 août 1890, dans la séance solennelle d'inauguration du congrès de Berlin, le professeur

Koch, après avoir loyalement rendu un éclatant hommage aux travaux de Pasteur qu'il avait jadis combattus, apprenait en quelques mots à l'assistance qu'il venait de trouver le moyen de prémunir le cobaye contre le bacille de la tuberculose. Après avoir rappelé par quelles substances antiseptiques il avait pu anéantir le bacille isolé dans les cultures artificielles, il terminait son discours par ces paroles :

« J'ai enfin trouvé des substances qui réussis-
« sent à arrêter le développement de ce bacille,
« non seulement *in vitro*, mais encore dans le
« corps des animaux.

« Les expériences qui ont trait à la tubercu-
« lose sont longues ; aussi mes recherches, que j'ai
« commencées il y a plus d'un an, ne sont pas
« encore terminées. Je puis cependant dire que
« les cobayes, qui sont extraordinairement pré-
« disposés à la tuberculose, grâce à ces sub-
« stances, résistent à l'inoculation du virus tuber-
« culeux et que ceux qui sont déjà atteints d'une
« tuberculose avancée peuvent être guéris, sans
« que cette substance ait une autre influence sur
« l'organisme. »

Le Dr Koch ne donnait pas d'autres explications ; il réservait les détails pour plus tard. L'annonce si simple et si inattendue de cette grande découverte fut accueillie par les représentants des diverses nations assistant au congrès avec un mélange d'admiration et d'étonnement. Les Fran-

çais, au milieu de la joie générale, éprouvèrent seuls un sentiment de malaise et de regret : elle était si française, l'histoire de la tuberculose, qu'on avait espéré qu'en France encore aurait été trouvée la curabilité de la maladie.

Or, le lundi 18 août 1890, c'est-à-dire quelques jours après, le professeur Grancher et le docteur H. Martin, à qui l'on devait déjà de nombreux travaux sur la tuberculose, sont venus annoncer à l'Académie des sciences de Paris que le 19 novembre 1889, neuf mois avant la communication de Koch, ils avaient déposé sur le bureau de l'Académie de médecine, un pli cacheté où il est consigné qu'ils ont réussi à arrêter pendant longtemps l'évolution de la tuberculose expérimentale sur le lapin.

MM. Grancher et Martin prennent une série de lapins et les inoculent tous en même temps dans la veine de l'oreille avec la même quantité d'une culture virulente. Cette voie d'inoculation est celle qui détermine chez les animaux les tuberculoses les plus rapides et les plus graves.

Un de ces lapins, pris comme témoin, ne reçoit aucun traitement et meurt au bout de vingt-trois jours ; les lapins traités après l'inoculation, suivant la méthode nouvelle, résistent très longtemps; il en est qui vivent encore à l'heure actuelle, deux cent vingt-neuf jours après l'inoculation. Les animaux qui meurent ne présentent pas à l'autopsie

de lésions tuberculeuses et ne semblent donc pas succomber à la maladie des témoins.

MM. Grancher et Martin ont, de plus, vacciné des animaux avec des cultures de virulence atténuée, suivant la méthode pastorienne.

Ces animaux, préalablement vaccinés, sont inoculés ensuite avec des cultures virulentes et résistent pour la plupart, tandis que les témoins meurent de tuberculose en quelques jours.

« Nous croyons donc avoir réussi, disent MM. « Grancher et Martin, d'une part, à donner aux « lapins une résistance prolongée contre la tuber- « culose expérimentale la plus rapide et la plus « certaine, et, d'autre part, à leur conférer, contre « la même maladie une immunité dont il reste à « déterminer la durée. »

Tels sont les résultats que nos deux savants compatriotes ont fait connaître un peu plus tôt qu'ils ne l'auraient voulu, en raison de la publicité que M. Koch venait de donner à ses recherches.

MM. Grancher et Martin, pas plus que M. Koch, ne disent encore quelles sont les substances qui leur ont servi à guérir la tuberculose expérimentale des lapins ou des cobayes. Ils veulent sans doute éviter que ces substances ne soient trop tôt exploitées par des charlatans avant que l'application rigoureuse en ait été faite à l'homme.

La méthode curatrice ne s'applique encore qu'aux animaux, mais si l'on songe que les ani-

maux en expérience sont beaucoup plus sensibles à la tuberculose que l'homme, on a tout lieu d'espérer que, dans un avenir prochain, les savants dont nous venons de résumer les premiers travaux auront donné un remède efficace contre le plus terrible des fléaux qui accablent l'humanité. Un pareil bienfait sera dû à la connaissance des microbes combattus encore par quelques esprits retardataires et à la méthode expérimentale préconisée par Pasteur et par Claude Bernard.

On a remarqué la réserve avec laquelle le Dr Koch a annoncé son remède contre le microbe de la tuberculose. Grâce à la substance qu'il emploie, les cobayes résistent à l'inoculation du virus tuberculeux et les animaux déjà atteints d'une tuberculose avancée peuvent être guéris, sans que cette substance ait une autre influence sur l'organisme. Du reste, ses recherches ne sont pas terminées; il ne dit pas qu'il ait expérimenté sur l'homme et tout le premier, il recommande la circonspection.

Malheureusement ce qu'il ne dit pas, les journaux le propagent, le répètent à l'envi. La grande nouvelle se répand avec la rapidité de l'éclair et on n'entend que des cris d'admiration et d'enthousiasme. D'ailleurs quelle prudence pouvait-on espérer des innombrables malades condamnés à une mort certaine et qui apprennent tout à coup qu'on va pouvoir les rendre à la santé? La note

officielle n'a parlé que de la guérison des cobayes : mais les chroniqueurs scientifiques disent bien autre chose : C'est la modestie seule qui a retenu M. Koch et le grand savant allemand guérit tout aussi sûrement l'homme que les animaux.

« Il a, raconte l'un d'entre eux, expérimenté sur des cas de cette nature et le succès a couronné ses efforts puisqu'il est allé plus loin et qu'il a enfin abordé en face le grand et menaçant problème de la phtisie tuberculeuse pulmonaire elle-même. Il choisit d'abord à l'hôpital ses malades. Les sujets qu'il va inoculer sont peu nombreux, assez cependant pour offrir des variétés nécessaires à la confirmation de ce qu'il cherche et il arrive ainsi à jouer en petit, qu'on nous passe l'expression, la gamme de la guérison de la phtisie sur un modeste clavier de malades. »

« Là encore la réussite est complète, il n'a pas besoin de nous le dire, nous le savons, puisqu'il va agrandir son champ d'opération. »

« C'est par centaines maintenant qu'il soignera au hasard de l'envoi ses malades; il ne les choisira plus, il les subira. Sûr de lui, sûr de sa découverte, il fait en ce moment la répétition générale en grand, dans le domaine public tout entier, de l'œuvre de détail d'abord, d'ensemble ensuite, qu'il a su concevoir, diriger et mener à bien. Sa troisième étape est franchie. »

« Une simple seringue de Pravaz, quelques gouttes de liquide, le marasme disparaît, l'hecti-

cité s'est modifiée, le malade est guéri. Et si Koch ne divulgue pas encore son dernier secret, c'est que sagement obstiné, opiniâtrément scientifique, il ne laissera pas un iota à l'erreur ou au hasard. Il a pu tuer et autopsier ses cobayes quand il a voulu pour se rendre compte du degré d'avancement de leur guérison, il ne peut pas en faire de même à l'égard de l'homme. Il n'essaye plus maintenant, il guérit : il est donc obligé d'attendre que ces guérisons soient parfaites, absolues, et restent constantes. Le jour où son dernier malade sera bien, il parlera et nous saurons tout. Avant cela, il ne dira rien. De là, ces lenteurs pour un public curieux et avide de savoir, mais lenteurs nécessaires. »

Naturellement les esprits s'échauffent et chacun veut essayer de guérir les siens. Mais hélas! que de mécomptes! La lymphe, la liqueur de Koch, la *tuberculine* (c'est ainsi qu'on a appelé le nouveau remède) n'est pas inactive, tant s'en faut, même à dose très minime. Voici une observation « prise » sur un homme de trente-quatre ans, affecté d'une tuberculose cutanée et osseuse et de tumeurs blanches de dates différentes :

Le Dr Chantemesse lui a fait une injection de cinq milligrammes du liquide Koch, la plus forte dose qui ait encore été injectée à l'hôpital Laennec.

A ce moment, MM. Widal et Salin, internes de service, constatent que la température du malade

marque à neuf heures du matin 36°8. A une heure, elle s'élève à 37°5; à trois heures à 37°8; à cinq heures à 40°; à sept heures à 40°2; à neuf heures elle redescend à 40°; à minuit à 39°4; le matin, à sept heures, elle marque 38°2.

Cinq à six heures après l'injection, les phénomènes de réaction se manifestent d'une façon très intense. Le malade est pris de frissons violents, tremble pendant deux heures environ et se plaint beaucoup. En même temps, il accuse de violents maux de tête qui persistent le matin encore. Nausées, pas de vomissements. Langue sèche encore le matin.

A trois heures, une auréole rouge a commencé à paraître autour des plaques de lupus disséminées sur les membres supérieurs.

Le lendemain matin, cette rougeur est devenue plus intense, et, au niveau de la plaque la plus large, à midi, on constate des signes de desquamation; au niveau de la phalange de l'un des doigts, l'os est devenu tuméfié et douloureux à la pression. Ces phénomènes décèlent une tuberculose latente de l'os. Il y a comme une ébauche de l'affection osseuse appelée en médecine *spina ventosa* et connue de tous les cliniciens.

Au niveau de l'articulation du coude du côté gauche, le malade accuse de la douleur, et on constate une tuméfaction. Il y a là comme une tumeur blanche latente que l'injection vient de décéler.

Ce malade avait souffert d'une tumeur blanche

de l'articulation du cou-de-pied gauche; il reste des déformations, mais l'affection est guérie depuis douze ans. L'injection est venue affirmer cette guérison, car aucune réaction ne s'est faite au niveau de cette articulation.

Dans les cas de tuberculose méningée et de tuberculose pulmonaire, l'efficacité a été nulle ou du moins peu constante, et, d'après le docteur Cornil, on a même dû poser en principe que, lorsque des organes importants, comme le poumon, le larynx, les séreuses, les méninges, les plèvres, seront atteints dans une grande étendue, l'application du remède sera dangereuse.

Si les poumons sont presque entièrement infiltrés de tubercules, comme cela se voit si fréquemment aux autopsies, la congestion et l'inflammation qui surviennent après l'injection pourront amener une asphyxie mortelle.

Dans une laryngite tuberculeuse étendue, l'oblitération des voies aériennes par œdème de la glotte pourra nécessiter le tubage ou la trachéotomie.

Des accidents plus redoutables seront encore à craindre dans la méningite. Il y a là, dès maintenant, un certain nombre de contre-indications de la nouvelle méthode.

La lymphe de Koch n'est applicable que lorsqu'elle est inoculée à des tuberculeux de date récente; encore faut-il que l'infection microbienne soit nettement localisée. Le traitement n'a aucune

action si les bactéries sont abondantes et si elles ont envahi plusieurs régions de l'organisme.

D'après l'intéressant chroniqueur scientifique du *Matin*, M. Cornil aurait plus tard ajouté : « J'ai fait une quinzaine d'expériences ; elles ont été désastreuses. Je me souviens notamment qu'un de mes collègues de l'Institut m'amena son fils, un jeune homme de dix-huit ans, et me supplia de lui inoculer de la tuberculine. Ayant cédé devant l'insistance du père, je traitai le fils par la méthode de Koch, et, après trois semaines, le jeune homme mourut. Je suis persuadé que, sans la tuberculine, il aurait pu vivre longtemps encore. Non seulement cette tuberculine causait de graves désordres, mais elle facilitait, par la congestion qu'elle provoquait, la propagation des bacilles dans l'organisme. »

Bien plus, le nouveau remède a paru inapte à produire sur les animaux, l'action prédite par le docteur Koch.

Dans une séance de l'Académie de médecine, le professeur Jaccoud a exposé les résultats de ses expériences de laboratoire. L'éminent clinicien de la Pitié voulait vérifier sur les cobayes si l'emploi de la lymphe pourrait rendre ces animaux réfractaires à la tuberculose.

1° Expérience :

M. Jaccoud a choisi dans son clapier un animal excessivement vigoureux du poids de 580 grammes.

Ce cobaye a été soumis à deux séries d'inoculations, du 8 au 18 décembre, puis du 27 décembre au 5 janvier. Il a reçu, par l'injection quotidienne ou biquotidienne d'une solution au centième, une quantité totale de lymphe égale à 50 centigrammes. Le seul effet appréciable a été un léger amaigrissement : à la fin de la seconde série d'injections, le 4 janvier, le cobaye ne pesait plus que 564 grammes, en perte de 26 grammes sur le poids initial.

Le jour suivant, on inocule sous la peau du cobaye la moitié d'un ganglion provenant d'un cobaye tuberculeux. Un mois après, jour pour jour, le 5 février, le cobaye a succombé. Il ne pesait plus que 450 grammes, et l'autopsie a révélé des ganglions tuberculeux, des granulations tuberculeuses, des tubercules caséeux. En résumé, avec le minimum de survie, on constate le maximum de lésions. N'est-on en droit de conclure de cette expérience que la lymphe de Koch n'a pas d'action préservatrice ?

2° Contre-expérience : Voulant s'entourer de toutes les précautions, M. Jaccoud a fait l'opération suivante sur un cobaye *témoin* :

En même temps, a dit le savant professeur, le 5 janvier, un cobaye sain, du poids de 485 grammes, était inoculé avec la seconde moitié du ganglion qui avait servi pour inoculer le premier cobaye. L'animal est devenu tuberculeux, comme en témoignent les ganglions de l'aisselle et le degré de

l'amaigrissement ; il pèse aujourd'hui 397 grammes en perte de 88 grammes sur le poids primitif ; mais enfin il vit encore : il a donc survécu déjà six jours au cobaye qui a subi le traitement préventif par les injections de la lymphe de Koch.

Cette intéressante communication, émanant d'un homme dont la probité scientifique et le talent sont hors de conteste, a produit une vive émotion à l'Académie de médecine, et M. Dujardin-Beaumetz a déclaré, immédiatement après, que ses expériences personnelles sur les animaux confirmaient entièrement les conclusions de son éminent collègue.

Or, les essais n'avaient pas mieux réussi en Angleterre, en Italie, en Amérique, et la fameuse lymphe, après avoir débuté par un formidable tapage, finissait par un piteux échec.

L'Allemagne elle-même reniait son grand homme. Était-ce de dépit ou de colère ? En tout cas, les espérances des foules tuberculisables avaient été déçues, et, plus que les autres, ces foules se montraient sans pitié.

Cependant, s'il y avait des coupables, n'était-ce pas tout le monde ? L'emballement n'avait-il pas été général ? Robert Koch, en somme, n'avait déclaré que la guérison de misérables cobayes et il n'était pas responsable des insuccès en ce qui concernait la phtisie pulmonaire. Il n'avait que trop tôt annoncé son remède, dont on avait voulu

faire à tort la grande panacée. Que n'avait-il suivi le précepte favori de Pasteur : n'annoncer une découverte que lorsqu'elle est absolument certaine ? Au demeurant, Koch avait cru à sa lymphe, ainsi qu'à sa méthode, et il avait voulu en faire bénéficier la science allemande. Ses compatriotes avaient-ils le droit de le lui reprocher ?

Quoi qu'il en soit, si la guérison de la phtisie est le désidératum suprême, il n'en résulte pas qu'elle doive être nécessairement obtenue sans tâtonnements d'aucune sorte. Qu'on ne perde pas de vue l'importance du résultat qu'il faut atteindre. La phtisie a été l'objet d'études longues et approfondies ; on a tenté des traitements de toute sorte : on a essayé de la chaleur, du froid, des toniques, et, depuis les travaux de Pasteur, de toute nouvelle substance ayant la réputation de tuer les microbes, sans compter les médicaments prétendus spécifiques. Rien n'y a fait et les malades tuberculeux ont continué à mourir à plus ou moins longue échéance. La guérison de la phtisie est un trop beau et trop difficile problème pour ne pas admettre quelques degrés dans la solution ; or, d'un examen plus approfondi, il résulte bien que la tuberculine a fait faire un pas à la question, qu'elle peut rendre de grands services et qu'elle est un premier et solide jalon vers le but final.

« A défaut d'autres vertus, a dit M. Emile Gautier, il reste toujours à la « kochine», même après le définitif écroulement des espérances qu'on avait

témérairement échafaudées sur elle, d'être un admirable et presque miraculeux instrument de diagnostic, en raison de sa mystérieuse affinité élective pour les tissus tuberculeux, c'est-à-dire pour les tissus qui ont déjà, du fait de la présence et de l'action du bacille de la tuberculose, subi un commencement d'altération. »

« On savait déjà que certains vaccins peuvent jouer le rôle d'agents révélateurs en provoquant l'explosion symptomatique de diathèses latentes (V. *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, verbo *Vaccine*). Mais jamais le phénomène ne s'était accusé avec un caractère aussi net de certitude et d'infaillibilité. »

« L'insidieux virus respecte les organes sains, mais il n'est pas plus tôt introduit dans le torrent circulatoire que, brûlant toutes les étapes intermédiaires, il se précipite sur les régions contaminées et y découvre instantanément les moindres germes du *processus* tuberculeux, jusqu'au fin fond des plus inexplorables intimités de l'être. D'où cette conséquence que, dépourvue de tout effet sensible sur un animal — ou sur un homme — qui, quoique déprimé par d'autres influences morbides, ne porte aucune tare *tuberculeuse*, la lymphe révolutionne, au contraire, en un clin d'œil, l'organisme tuberculisé, où elle dénonce, sans hésitation comme sans erreur, le plus infinitésimal atome, inaccessible ou insoupçonné, du poison tuberculeux.

« C'est ainsi que des phtisiques inconscients,

pauvres « troglodytes » en train de se creuser des « cavernes » pulmonaires — comme M. Jourdain faisait de la prose — sans le savoir, peuvent être mis en garde contre le mal qui, sournoisement, les ronge. Il paraît que ce fut le cas de Robert Koch lui-même, qui, quoi qu'on ait pu dire, eut le courage et la loyauté d'essayer tout d'abord sur sa propre personne son philtre scabreux. Tel fut aussi le cas — cité et commenté avec un grand luxe de détails dans sa dernière communication (*Deutsche Medezinische Wochenschrift*, n° 43, 22 octobre 1891) — de son coadjuteur le docteur O. Wassermann. »

« Le docteur Wassermann est un homme, robuste, frais comme l'œil, solide comme le Pont-Neuf, et ressemblant aussi peu que possible à un poitrinaire. Jamais personne, pas même le principal intéresssé, ne se fût permis de soupçonner que cet hercule s'amusât à cultiver les bacilles *in vivo*. Il a fallu une inoculation expérimentale de tuberculine pour montrer qu'il y avait dans ce beau fruit un ver insoupçonné, que M. Wassermann prévenu à temps, va pouvoir tuer à loisir. »

« On parle beaucoup de gens que la « kochine » aurait assassinés. Soit! Mais voici, par contre, un monsieur — qui n'est pas le premier venu, puisqu'il est « du bâtiment » — qui peut dire que c'est à la « kochine » qu'il devra son salut. Jamais, en effet, sans elle, il n'aurait eu l'idée de se considérer comme un phtisique, pas même comme un

candidat à la phtisie, ni de se traiter en conséquence. »

« Robert Koch a donc, à tout le moins, doté la médecine d'une méthode d'investigation d'autant plus précieuse que la terrible tuberculose n'est guère curable qu'au début, précisément au moment où elle est à peine encore perceptible et saisissable. Il n'en faut pas davantage pour lui mériter les bénédictions du genre humain. »

« Moins étroits, au surplus, que les médecins, les vétérinaires en ont déjà fait leur profit, et la « kochine » sert couramment aujourd'hui, en Allemagne et en France, à contrôler physiologiquement les animaux suspects de tuberculose. »

Dans son discours d'inauguration au congrès de 1888, M. A. Chauveau, de l'Institut, avait dit :

« C'est surtout la quatrième question qui montre à quel point nous nous sommes préoccupés du but et de l'intérêt pratiques, dans le choix des sujets que le comité d'organisation a cru devoir soumettre à vos délibérations. Diagnostic précoce de la tuberculose : voilà un point bien net, bien délimité. Et encore est-il à propos de rappeler qu'en vous proposant ce sujet, nous n'avons guère eu en vue que la tuberculose pulmonaire. Tous les praticiens savent quelles difficultés s'opposent souvent à la découverte de la tuberculose commençante. Très grandes en médecine humaine, elles le sont encore davantage en médecine vétérinaire. Bien entendu, l'incertitude du diagnostic entraîne né-

cessairement l'incertitude des indications pour le traitement et la prophylaxie. Or, c'est justement quand la tuberculose est à son début qu'on a le plus de chance de la traiter avec succès et de la rendre inoffensive au point de vue de la contagion.

« Sans doute, la sagacité des praticiens consommés finit par discerner, dans l'immense majorité des cas, ces phtisies débutantes, rudimentaires, qu'il importe essentiellement de savoir reconnaître à temps. Mais tous les praticiens ne sont pas en état de joindre une longue expérience à leurs aptitudes cliniques. Pour la masse, il serait bon de pouvoir compter sur des signes précis, faciles à voir, sur une lumière éclatante capable de percer les voiles qui couvrent trop souvent les premiers progrès de la tuberculose du poumon. La microbiologie infectieuse et l'expérimentation offrent à la science du diagnostic des ressources nouvelles. Quelle en est la valeur ? Est-ce de ce côté que nous viendront les lueurs vives dont nous attendons le secours ? »

Ces lueurs vives, la tuberculine les donne, et actuellement, on s'en sert, à peu près, partout pour reconnaître les animaux malades et en débarrasser les étables, ce qui va diminuer considérablement les chances de maladie pour l'espèce humaine.

Robert Koch ayant enfin révélé que sa lymphe était un extrait glycériné des cultures du bacille de la tuberculose, on s'est demandé pourquoi ce

qui réussissait pour ce bacille ne réussirait pas pour d'autres.

« Pourquoi, ajoute M. Emile Gautier, d'autres « cultures » microbiennes ne posséderaient-elles pas au même titre les affinités électives et les réactions spécifiques qui font de la « kochine » un si incomparable instrument de diagnostic et un si merveilleux agent révélateur ? »

« Des expériences ont été instituées, qui ont admirablement réussi pour la morve — une maladie redoutable et sournoise, qui est aux chevaux ce que la phtisie est aux hommes. Avec un quart de centimètre cube de *malléine*, c'est-à-dire d'extrait glycériné des « cultures » du bacille de la morve, inoculé entre cuir et chair, M. Nocard (d'Alfort) vous dira si votre cheval est, ou non, morveux, ou en passe de le devenir. Tout comme la tuberculine, en effet, la malléine, sans action sur les organismes sains, provoque immédiatement une fièvre caractéristique sur les organismes atteints déjà par la contagion, ne fût-ce même qu'à l'état embryonnaire et potentiel. »

« Si l'on songe que la morve, avant de se manifester extérieurement par des signes plus ou moins évidents, peut couver pendant des semaines et des mois chez des animaux qui, sains en apparence, n'en sont pas moins capables de contaminer leurs voisins ; si l'on songe qu'il peut falloir des années pour assainir un dépôt de cavalerie où la morve a une fois sévi, on comprendra l'importance de

la découverte : en assurant, en effet, le diagnostic précoce du mal, la malléine va permettre désormais d'en enrayer primitivement les ravages. »

« Ce n'est pas une fortune créée : c'est — ce qui vaut autant — une fortune épargnée. »

Plus loin, le grand vulgarisateur qui signe les articles scientifiques du *Figaro*, explique très humoristiquement le mode d'action de la tuberculine, de la *cochine*, comme il l'appelle quelquefois :

« Il faut savoir que les ravages exercés par les microbes pathogènes doivent être attribués non pas tant à la désorganisation mécanique ou chimique des tissus au sein et aux dépens desquels ils vivent, qu'à un véritable empoisonnement. Ces infiniment petits brigands ne se bornent point à piller, à démolir et à dévorer l'organisme qui leur donne une hospitalité involontaire : ils savent encore extraire de ses ruines et répandre à la ronde de redoutables poisons. Ce sont des ferments dont le travail de fermentation aboutit à la formation de produits toxiques — appelés « ptomaïnes », « leucomaïnes », « toxines », « toxalbumines », etc. — capables d'engendrer la contagion aussi sûrement que les chimistes microscopiques qui les ont élaborés.

« Comme tous les microbes, le bacille de la tuberculose distille, lui aussi, son virus spécial, dont l'effet corrosif est de tuer par la nécrose les cellules vivantes, le protoplasma, c'est-à-dire l'étoffe

primitive et fondamentale de l'organisme. A un certain degré de concentration, ce virus agit, en fin de compte, comme le vitriol ou l'eau-forte. Et c'est ainsi que s'expliquent les excavations, les trous, les « cavernes », qui s'éburnent dans la pulpe des poumons des phtisiques.

« Ce poison est si subtil et si puissant qu'il finit par tuer les distillateurs eux-mêmes. Il arrive un moment où les tissus sont saturés de virus à un tel point que les bacilles n'y peuvent plus vivre. Ceux-ci s'empoisonnent eux-mêmes, avec leur propre cuisine ou leurs propres déjections, absolument comme des hommes s'empoisonneraient avec les produits vénéneux de leur respiration et de leur digestion, avec les fumées et les cendres de la vie, s'ils restaient enfermés dans un petit espace clos et couvert dont la ventilation et le nettoyage ne se pourraient faire à temps.

« Quand il y a trop de bacilles ou que les bacilles travaillent trop bien, ils finissent par se suicider eux-mêmes, mais le creuset vivant dans lequel ils ont opéré est ordinairement perdu, hors d'usage, condamné à mort.

« Dès lors, rien de plus facile à comprendre que le mécanisme du médicament de Koch. »

« On inocule du poison microbien à un homme sain. Ce poison se répand immédiatement dans tout l'organisme ; seulement, comme il est à dose infiniment faible, il n'attaque pas les tissus, et c'est tout juste si ses effets toxiques se traduisent par

un léger accès de fièvre et d'insignifiants troubles nerveux. »

« Inoculez, au contraire, la même dose de poison à un « sujet » tuberculeux, ce sera tout une autre affaire. Sans doute, dans les tissus non encore tuberculisés rien ne se produira ; mais dans les tissus tuberculisés d'avance par les bacilles, la quantité de poison augmentant, *ipso facto*, les microbes seront sinon tués, au moins mis en un état piteux, et les tissus contaminés seront frappés de nécrose, passeront avec les autres *excreta* dans le torrent circulatoire, et finiront par s'éliminer, de façon que le malade, débarrassé tout à la fois de ses ennemis intimes et des portions mortifiées de son individu, aura de fortes chances de guérir. »

« Et il suffira, pour amener cet étrange résultat, d'une dose infinitésimale ; il paraît, en effet, que l'extrait glycérique — qu'on n'emploie encore qu'à l'état de dilution plus ou moins faible — ne renferme guère plus de 1 0/0 de la substance active. »

« Mais il va de soi que, pour tenter l'aventure avec quelques chances de succès, il ne faut pas que la maladie soit trop avancée. Autrement, en tuant les bacilles, on aboutirait à des pertes de substance telles, que le patient n'y pourrait pas survivre. »

Voilà où en était la question au commencement de cette année 1897. Quoique un peu réhabilitée, la tuberculine ne résolvait décidément pas le problème

si important et si délicat de la guérison de la tuberculose. Il fallait autre chose.

Le Dr Koch, que son insuccès n'avait pas découragé, s'était remis à l'œuvre, et, après de nombreux essais, il vient de faire paraître sans grand bruit une note qui indique la composition d'une nouvelle tuberculine. Il a substitué des cultures préalablement desséchées à ses anciens bouillons de culture; il les triture dans un mortier d'agate avec un pilon de même substance; puis il se débarrasse des bacilles restés intacts. Sa liqueur ne contient ainsi que des substances extraites des bacilles, au lieu de renfermer les bacilles eux-mêmes. Elle ne produirait pas, comme autrefois, une réaction violente sur l'organisme et elle ne formerait pas d'abcès dans la région où elle est inoculée.

Le Dr Cornil, le Dr Roux en ont reçu des échantillons et une maison de Paris a sollicité l'autorisation de la vendre en France. MM. Cornil et Roux vont sans doute en faire l'essai non sur l'homme, les souvenirs de l'ancienne tuberculine étant trop cuisants, mais sur des animaux. Avant d'autoriser la vente du nouveau remède, le ministre de l'intérieur a dû naturellement prendre l'avis de l'Académie de médecine. Au nom de la Commission des sérums nommée par elle, le Dr Nocard, qui est un pastorien célèbre et en même temps un admirateur de Robert Koch, vient de lire un rapport plein d'une prudence significative. L'injection de la nouvelle tuberculine ne serait pas aussi inoffensive

que l'a pensé son inventeur, le liquide employé n'étant ni aseptique ni facile à doser. Voici d'ailleurs la conclusion de M. Nocard :

« La nouvelle tuberculine de Koch ne saurait être l'objet d'une autorisation définitive que lorsque des expériences et des observations cliniques auront établi son innocuité et son efficacité. La tuberculine nécessaire pour ces recherches devra être mise à la disposition de la Commission des sérums par les producteurs ou par leurs représentants pour la France. En attendant l'accomplissement de ces recherches, on peut tolérer, à titre temporaire, l'introduction en France et la mise en vente de la nouvelle tuberculine, à la condition qu'elle soit complètement aseptique. »

Puissent des essais concluants dissiper tous les doutes et prouver enfin que l'illustre savant allemand a définitivement atteint un résultat qui, depuis les admirables travaux de Pasteur, est attendu avec anxiété !

On a fait sur le choléra des expériences satisfaisantes ; on est venu à bout de la diphtérie et de la peste, on annonce le vaccin de la fièvre jaune. Il reste la fièvre typhoïde et la tuberculose. Or, le Dr Chantemesse poursuit, paraît-il, activement la guérison de la première de ces maladies et le Dr Roux s'occupe avec succès de la seconde. Que Robert Koch se hâte, car les élèves que nous a légués Pasteur sont dignes de leur maître !

CHAPITRE XIX

La peste. — Symptômes et ravages de cette terrible maladie. — Epidémies célèbres. — Description des pestes de Constantinople. — Le Dr Yersin découvre le microbe de la peste, le cultive et compose un vaccin antipesteux. — Il en fait d'heureuses applications à Amoy et à Bombay.

On confond très souvent sous ce nom la plupart des maladies qui règnent épidémiquement et qui exercent de grands ravages ; mais il appartient spécialement à une maladie caractérisée par des engorgements ganglionnaires ou bubons, ce qui lui a fait donner le nom de *peste bubonique*, ou par des taches livides à la peau, ce qui lui a valu aussi le nom de *peste noire*.

Après une courte fièvre, les bubons apparaissent généralement dans les aines, quelquefois dans les aisselles, plus rarement sur les autres parties du corps. La lassitude est extrême, la fièvre augmente, le malade éprouve du vertige, puis il tombe dans le délire et la mort survient en trois ou quatre jours.

Dans les cas les plus graves, les engorgements ganglionnaires sont à peine visibles, mais il se fait des effusions sanguines sous-cutanées et il y a des vomissements de sang. C'est la forme la plus

virulente ; l'issue en est fatale en moins de vingt-quatre heures.

Dans les cas bénins de peste bubonique, les engorgements ont une tendance à la suppuration ; dans les autres cas, ils s'affaissent seulement et c'est même le signe que l'infection se généralise et que la mort approche.

De tout temps, la peste, surtout la peste noire, a été considérée comme une maladie contagieuse.

Guy de Chauliac, qui a décrit celle d'Avignon, en 1348, prétend qu'on ne la prenait pas seulement en séjournant « ains aussi en regardant, l'un la prenait de l'autre, en tant que les gens mouraient sans serviteurs et estoient ensevelis sans prestres ». Toutefois, l'isolement absolu ayant paru un moyen suffisant de défense, on avait pensé que la maladie ne doit pas se propager par l'air, ce en quoi on avait sans doute tort, car il doit en être de toutes les maladies épidémiques comme des fermentations. Il n'y a pas de microbe si lourd qu'il ne puisse être tenu en suspension dans l'atmosphère et porté au loin par elle, qui le dépose et l'ensemence. Il suffit que le terrain soit favorable pour que le microbe prenne plus de force et de virulence ; or, il paraît que la famine et la malpropreté favorisent singulièrement les cultures, quand il s'agit du microbe de la peste.

On a dit encore que c'est une maladie des pays chauds, sans doute parce qu'elle est endémique en Egypte, dans l'Irak-Arabie et dans le Kurdistan ;

mais on n'en a pas moins fait la remarque que la peste disparaît dans ces mêmes contrées, dès que la chaleur s'y élève de 35 à 40 degrés.

En même temps qu'elle paraît se complaire dans les deltas, on lui connaît des foyers d'élection jusque dans les montagnes de l'Himalaya et du Yunnam.

Elle s'attaque à toutes les races d'hommes, à la race blanche et à la race noire comme à la race jaune : les diverses espèces d'animaux, hormis les chats, paraît-il, en sont atteintes ; les chiens, les porcs, les serpents, les rats surtout et les mouches elles-mêmes en meurent.

De tous ces cadavres en décomposition, le microbe émerge et se propage. Les tapis, les chiffons, les effets contaminés par les déjections des malades, servent de véhicule, et il n'est pas douteux que les poussières qui s'en échappent, soulevées par le vent, puissent faire éclater tout à coup l'épidémie à de grandes distances du lieu d'origine.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer dans les notes relatives au choléra, Pasteur a été d'avis qu'une épidémie peut faire soudainement explosion dans un pays sans y être apportée d'aucun autre point. D'après sa théorie des virus atténués, en changeant les conditions d'existence ou de culture des microbes, on formerait, dans la même espèce, des races distinctes ayant des propriétés différentes, et ces races pourraient naître spontanément les unes des autres dans des conditions déterminées.

Par suite, telle espèce universellement répandue, pourrait n'être représentée dans quelques localités que par des races inoffensives, ce qu'on appelle des virus très atténués, et, dans d'autres, par des races énergiques formant les virus virulents. L'apparition d'une maladie épidémique grave correspondrait simplement à la transformation d'une race atténuée en une race virulente, et la disparition du mal à une transformation inverse. Pasteur citait justement à l'appui de son raisonnement, l'apparition, en 1874, à Benghazi, dans la Cyrénaïque, d'une épidémie de peste dont on ne parvenait pas à déterminer le point de départ.

Il reste cependant évident que, si les maladies contagieuses et épidémiques peuvent naître spontanément dans une contrée, elles y sont le plus souvent apportées de celles où elles règnent déjà. Aussi les précautions hygiéniques indiquées à propos du choléra, sont très sensiblement applicables en cas de peste. On recommande surtout la désinfection, par le chlore, des maisons, de leur sol et de tous les points où peuvent séjourner les cadavres des animaux pestiférés ; elle suffirait à rendre les poussières inoffensives et ferait obstacle à la propagation du mal.

On a constaté que la peste a souvent enlevé jusqu'aux trois quarts des populations visitées. De 1347 à 1350, elle a fait périr en Europe vingt-cinq millions de personnes.

Les remèdes et les traitements les plus opposés

ont été vainement essayés contre elle, et le seul moyen d'échapper au mal n'a été jusqu'ici que de fuir les lieux où il sévissait. Il semble que nous allons entrer dans une ère nouvelle et que l'humanité va devoir encore un immense service à l'école pastorienne ; mais n'anticipons pas.

Les documents anciens indiquent l'année 542 comme époque de l'apparition de la peste en Europe où elle a séjourné pendant plusieurs siècles et y a fait d'épouvantables ravages. Elle avait préalablement sévi en Chine et dans d'autres parties de l'Asie avant d'arriver dans nos contrées : la Russie, la Suède, le Danemark, l'Angleterre, les contrées du centre, puis celles du midi en ont successivement et vivement souffert.

Les épidémies les plus meurtrières, celles dont l'histoire semble avoir conservé le plus douloureux souvenir, sont les pestes de Bâle (1604), de Besançon (1634), de Nimègue (1637), de Nancy (1637) d'Arras (1654), de Londres (1665 à 1688), de Vienne (1675), de Dantzig (1709), de Stockolm (1710), de Marseille (1720 à 1722), de Moscou (1771), de Bukarest (1813), d'Odessa et de Constantinople (1839).

Après avoir paru en Algérie et en Tunisie (1819), elle s'était mise en retraite vers l'Asie, quittant même l'Egypte, son antique berceau. Sauf quelques retours inexpliqués dans le nord de l'Afrique et notamment à Benghazi (1874), la

peste avait paru se cantonner en Asie, en Mésopotamie (1887), en Arménie et dans le Kurdistan (1871), en Arabie (1873-1874), en Perse (1877-1878), à Astrakan et à Vetlianka, sur le Volga (1877-1878-1879).

On inclinait à penser qu'elle allait passer à l'état de maladie éteinte, lorsqu'en 1894, partant du Yunnam où elle est endémique, elle atteignit Canton et y fit en quelques semaines plus de 50.000 victimes.

Depuis lors, elle semble prendre tous ses anciens caractères de gravité et montre même une tendance marquée à s'éloigner de ses foyers d'élection. Elle a déjà visité Hong-Kong, Macao, l'île Formose (1896), et vient de paraître à Bombay (1897), où elle sévit avec une vigueur extrême.

Nous n'avons suivi sa marche à travers l'Europe qu'à partir du XVIIe siècle, mais depuis bien longtemps, elle y sévissait périodiquement la plus cruelle riugeur, témoin la peste inguinale du VIe siècle ainsi décrite par Procope :

Elle commença par la ville de Péluse en Égypte, d'où elle s'étendit suivant un double courant, d'une part, sur Alexandrie et le reste de l'Égypte; de l'autre, sur la Palestine qui touche à l'Égypte. Après quoi elle envahit l'univers marchant toujours par intervalles réguliers de temps et de lieux. Elle semblait, en effet, obéir à une loi prescrite d'avance, et s'arrêtait dans chacune de ses stations un nombre fixe de jours, respectant, chemin faisant, les populations intermédiaires, et se propageant dans toutes les directions jusqu'aux extrémités du monde,

comme si elle craignait d'oublier, sur son passage, le moindre coin de terre. Pas d'île, pas de caverne, pas de sommité habitée par l'homme, qu'elle ne visitât. Si elle dépassait quelque lieu sans y toucher ou en se contentant de l'effleurer, elle y revenait bientôt, dédaignant cette fois les populations voisines qu'elle avait déjà ravagées; et elle ne se retirait qu'après avoir prélevé, dans cette étape, un tribut de victimes proportionné à celui qu'elle avait imposé antérieurement aux localités ambiantes. Elle débutait toujours par les côtes maritimes, et s'avançait de là progressivement dans l'intérieur des terres. Au printemps de la seconde année (543), elle s'introduisit à Constantinople où je me trouvais par aventure. Voici comment elle s'annonçait :

Plusieurs croyaient voir des esprits, ayant revêtu la forme humaine. Il leur semblait alors que l'individu qui se dressait devant eux les frappait à certains endroits du corps. Ces apparitions étaient le signe du début de la maladie. Tourmentés par ces visions, les malheureux imploraient, pour s'en délivrer, l'assistance des saints et recouraient à toutes sortes d'expiations. Mais tout cela était en pure perte, puisque la plupart rendaient l'âme dans les églises mêmes où ils s'étaient réfugiés. On en vit aussi qui s'enfermaient dans leur chambre, refusant de répondre à la voix de leurs amis; et, quoiqu'on les menaçât du dehors en heurtant leur porte, ils feignaient de ne rien entendre, dans la crainte d'avoir affaire à un spectre.

L'invasion de la maladie n'avait pas lieu chez tous de cette manière. Quelques-uns ne voyaient ces apparitions qu'en rêve, et ne croyaient pas moins ouïr une voix qui leur annonçait leur inscription sur la liste de ceux qui devaient mourir. Le plus grand nombre n'étaient obsédés ni pendant la veille ni pendant le sommeil, de ces apparitions ou prédictions sinistres. La fièvre les prenait tout à coup, les uns au moment de leur réveil, les autres à la promenade, plusieurs au milieu de leurs occupations habi-

tuelles. Leur corps ne changeait pas de couleur, et leur température n'était pas celle de l'état fébrile. On n'apercevait aucun indice d'inflammation. Du matin au soir, la fièvre était si légère qu'elle ne faisait pressentir rien de grave soit au malade, soit au médecin qui tâtait le pouls. Aucun de ceux qui présentaient ces symptômes ne paraissait en danger de mort. Mais, dès le premier jour, chez les uns, le lendemain, chez d'autres, ou quelques jours après chez plusieurs, on voyait naître et s'élever un bubon, non seulement à la région inférieure de l'abdomen qu'on appelle les *aines*, mais encore dans le creux des aisselles ; parfois derrière les oreilles ou sur les cuisses.

. . . . . .

Les uns, plongés dans un profond assoupissement, d'autres en proie à un délire furieux, présentaient les divers symptômes observés en pareil cas. Ceux qui étaient assoupis restaient dans cet état, comme ayant perdu le souvenir des choses de la vie ordinaire. S'ils avaient auprès d'eux quelqu'un pour les soigner, ils prenaient de temps en temps les aliments qu'on leur offrait. S'ils étaient abandonnés, ils ne tardaient pas à mourir d'inanition. Les délirants privés de sommeil et sans cesse poursuivis par leurs hallucinations, se figuraient voir devant eux des hommes prêts à les tuer, et ils prenaient la fuite en poussant d'horribles hurlements. Les individus qui étaient attachés à leur service, se trouvaient dans une situation des plus pénibles, et n'inspiraient pas moins de pitié. Ce n'est pas qu'ils fussent plus exposés à contracter la maladie dans l'intimité de ces rapports ; car ni médecin, ni toute autre personne ne la gagnèrent par le contact. Ceux même qui lavaient et ensevelissaient les morts restaient contre toute attente sains et saufs pendant leur besogne. Plusieurs d'entre eux, atteints dans un autre moment sans motif apparent, mouraient subitement.

. . . . . .

Comme on ne comprenait rien à cette étrange maladie,

certains médecins pensèrent que sa source secrète résidait dans les bubons, et ils prirent le parti de pratiquer l'ouverture des cadavres. La dissection des bubons mit à nu des charbons sous-jacents, dont la malignité amenait la mort soudainement ou après quelques jours. Il ne manqua pas de malades dont le corps entier se couvrit de taches noires de la dimension d'une lentille. Ces malheureux ne vivaient pas même un jour, et expiraient tous dans une heure. D'autres, en assez grand nombre, mouraient tout à coup en vomissant du sang. Ce que je puis affirmer, c'est que les plus savants médecins avaient condamné bien des malades qui furent bientôt sauvés contre toute espérance. A l'inverse, on en vit succomber beaucoup au moment même où on leur promettait la guérison. C'est que les causes de la maladie dépassaient les bornes de la raison humaine.

. . . . . .

Ceux dont le bubon prenait le plus d'accroissement et mûrissait en suppurant, réchappèrent pour la plupart, sans doute parce que la propriété maligne du charbon déjà bien affaiblie avait été annihilée. L'expérience avait prouvé que ce phénomène était un présage presque assuré du retour de la santé. Ceux, au contraire, dont la tumeur ne changeait pas d'aspect depuis son éruption, étaient frappés des accidents redoutables que j'ai signalés. On en voyait chez qui les cuisses se desséchaient; ce qui empêchait la tumeur, quoique bien développée, d'entrer en suppuration. Quelques-uns se guérirent au prix d'une infirmité de la langue, qui les réduisit pendant tout le reste de leur vie à bégayer ou à n'articuler que des paroles confuses et inintelligibles.

L'épidémie de Constantinople dura quatre mois, et pendant trois mois elle sévit avec violence. Au commencement, on comptait quelques décès de plus qu'à l'ordinaire. Mais avec les progrès de la maladie, le chiffre des morts s'accrut chaque jour jusqu'à cinq mille, pour s'élever enfin

à dix mille et même davantage. Dans le principe, chaque famille enterrait les siens; les cadavres étaient jetés furtivement ou de force dans les cercueils destinés à d'autres. Bientôt, au milieu de la confusion générale, le désordre se mit partout. Les domestiques restèrent sans maîtres, et les citoyens les plus opulents ne trouvèrent plus de serviteurs, soit qu'ils fussent malades ou qu'ils eussent été emportés. Un grand nombre de maisons étaient presque désertes, et les corps restaient plusieurs jours sans sépulture, faute de gens qu'on pût employer à cet office.

Touché comme il devait l'être de tant de malheurs, l'empereur donna des soldats et de l'argent à Théodore, qui fut chargé de veiller à tous les intérêts.

. . . . . .

Les survivants, dans les maisons qui n'avaient pas perdu tous leurs habitants, étaient tenus de mettre leurs voisins au tombeau. Grâce à la munificence du prince et à l'aide de ses propres deniers, Théodore faisait procéder à l'inhumation des pauvres. Lorsque les sépulcres et les cercueils antérieurement construits furent gorgés de cadavres, et que la mort eut moissonné les ouvriers employés à creuser les terrains attenant à la ville pour y entasser les corps pêle-mêle, les nouveaux fossoyeurs, excédés par le nombre croissant des décès, eurent l'idée de monter sur les tours qui flanquaient le mur d'enceinte, d'en enlever la toiture et d'y jeter les morts au hasard. Quand toutes ces tours furent comblées, on les couvrit de nouveau; mais les exhalaisons infectes qui s'en dégageaient, surtout lorsque certains vents soufflaient du côté de la ville, devenaient de jour en jour plus intolérables.

. . . . . .

Les hommes livrés à tous les débordements de la débauche et de la volupté et qui se complaisaient dans cette vie coupable parurent y renoncer et s'adonnèrent avec ferveur aux pratiques du culte. Ils étaient terrifiés à la vue de tant de désastres, et, croyant la mort suspendue sur leurs

têtes, ils se voyaient contraints à réformer leur manière de vivre.

Mais, dès qu'ils furent délivrés de toute crainte, comptant être désormais hors de danger par la retraite définitive du fléau, ils se livrèrent avec une ardeur nouvelle à leurs criminelles passions, et se surpassèrent eux-mêmes par l'excès de leur turpitude et de leurs méfaits. Si bien qu'on pourrait dire avec vérité que cette peste, soit par l'effet du hasard, soit peut-être par une sorte de dessein prémédité, avait laissé les méchants pires qu'ils n'étaient auparavant; ce qui ne devint que trop clair par la suite (1).

. . . . . .

Voici encore un extrait du remarquable récit fait par l'Empereur Jean Cantacuzène de la peste noire à Constantinople en 1347 :

L'épidémie qui régnait alors (1347)... partie de la Scythie septentrionale, parcourut presque toutes les côtes maritimes où elle emporta beaucoup de monde. Car elle n'envahit pas seulement le Pont, la Thrace, la Macédoine, mais encore la Grèce, l'Italie, toutes les îles, l'Égypte, la Libye, la Judée, la Syrie, et s'étendit à peu près dans tout l'univers. Cette maladie était incurable. Ni le mode de vivre, ni la vigueur corporelle n'en pouvaient préserver. Les gens robustes ou débiles étaient indifféremment frappés; et la mort n'épargnait pas plus les personnes soignées à grands frais, que les pauvres dénués de tous secours. Nulle autre affection ne se montra cette année; toutes prenaient la forme de la maladie régnante. La médecine reconnaissait son impuissance. La marche du mal n'était pas la même chez tous. Les uns expiraient subitement;

(1) Extraits tirés de la traduction d'Anglade *sur les maladies éteintes et sur les maladies nouvelles*, J.-B. Baillière, 1869.

d'autres, dans la journée; certains, dans la première heure. Chez ceux qui résistaient pendant deux ou trois jours, l'invasion s'annonçait par une fièvre très aiguë. Bientôt le mal se portant à la tête, ils perdaient l'usage de la parole, paraissaient insensibles à tout ce qui se passait autour d'eux, et semblaient plongés dans un profond sommeil. Si, par hasard, ils revenaient à eux, ils s'efforçaient de parler; mais leur langue restait immobile, ils ne proféraient que des mots inarticulés à cause de la paralysie des nerfs de la tête, et ils mouraient promptement. Chez d'autres malades, ce n'était pas la tête, mais les poumons qui étaient attaqués dès le début, et ne tardaient pas à s'enflammer. De vives douleurs se faisaient sentir dans la poitrine; des crachats sanglants étaient rendus, et l'haleine était d'une horrible fétidité. La gorge et la langue, brûlées par l'excessive chaleur, étaient noires et teintes de sang. Ceux qui buvaient beaucoup, n'éprouvaient pas plus de soulagement que ceux qui buvaient peu. L'insomnie était opiniâtre et l'agitation excessive. Sur les parties supérieures ou inférieures des bras, assez souvent sous les mâchoires, et parfois sous d'autres régions du corps, naissaient des abcès ou des ulcères, plus ou moins grands, suivant les sujets, auxquels se joignaient de petites élevures noires. Chez plusieurs, la peau se couvrait de taches livides, plus rares et plus foncées chez les uns, plus nombreuses et de couleur terne chez d'autres; et aucun ne se sauvait. Tous ces symptômes n'étaient pas réunis chez tous, et leur nombre était très variable sur chaque malade; mais une tumeur, une tache suffisait pour annoncer la mort. Le petit nombre de ceux qui réchappaient, n'étaient pas atteints une seconde fois, du moins mortellement: ce qui donnait la plus grande sécurité à ceux qui étaient repris. Souvent de vastes abcès se formaient sur les cuisses ou sur les bras. Leur ouverture donnait issue à une grande quantité de sanie fétide; et l'émission de cette humeur malfaisante était salutaire.

Parmi ceux qui offraient tous les symptômes réunis, on en voyait quelques-uns guérir contre toute attente. Il est positif qu'on n'avait trouvé aucun remède efficace. Ce qui était utile à l'un, était un véritable poison pour l'autre. Les personnes qui soignaient les patients, prenaient leur maladie; et c'est pourquoi les décès se multiplièrent au point que de nombreuses maisons restèrent désertes, après avoir perdu tous leurs habitants, et même les animaux domestiques qui s'y trouvaient. Ce qui était le plus déplorable, c'était le profond découragement des malades. Aux premiers symptômes, ils perdaient tout espoir de salut et s'abandonnaient eux-mêmes. Cette prostration morale aggravait rapidement leur état et avançait l'heure de la mort. Il est donc impossible de trouver des termes pour donner une idée de cette maladie.

. . . . . .

. . . . . .

Cette description est d'autant plus émouvante qu'on reçoit les plus tristes nouvelles de Bombay. On se demande si vraiment la peste bubonique, s'aggravant encore, ne va pas se transformer en peste noire et recommencer le tour de l'ancien continent, car jusqu'ici sa présence n'a jamais été constatée en Amérique.

Quoique l'hygiène soit en progrès, les relations commerciales sont maintenant si actives et les communications si aisées, qu'il y a lieu de tout craindre. Nous avons dit combien il est difficile d'arrêter le fléau dans sa marche. Les graves circonstances où nous nous trouvons, semblaient cependant exiger de la part des nations un certain nombre de précautions sanitaires bien comprises

et d'une suffisante sévérité. Ne suffirait-il pas de l'arrivée d'une seule personne, d'un seul colis contaminé pour occasionner le plus grand désastre? Pasteur nous a heureusement apporté le bienfait de ses sublimes découvertes et nous ne serions pas, le cas échéant, désarmés comme on le fut autrefois.

On sait que la sérothérapie, application et conséquence des théories microbiennes, a déjà fait des merveilles. Le sérum d'un animal immunisé contre une maladie contagieuse est lui-même préventif et thérapeutique. MM. Richet et Héricourt ont fait en 1888, des expériences concluantes sur le sérum des chiens et des lapins vaccinés contre une septicémie spéciale. MM. Behring et Kitasato ont appliqué la méthode à la diphtérie et au tétanos. M. Roux l'a perfectionnée, rendue si précise et si pratique que la mortalité par le croup est tout à coup descendue de 50 pour cent. Eh bien, c'est la même méthode générale que le Dr Yersin vient d'appliquer avec succès à la guérison de la peste.

M. Yersin n'a pas dépassé la trentaine; médecin du corps de santé des colonies, il appartient à l'école de Pasteur dont il a fréquenté les laboratoires.

Avant ses travaux sur la peste, il avait déjà la gloire d'avoir signé avec le Dr Roux le fameux mémoire sur la toxine diphtérique qui marque le

premier pas dans la découverte du vaccin du croup.

Après avoir scruté avec succès les abîmes du monde des infiniment petits, le Dr Yersin se sentit attiré par l'infini des océans ; puis il se fit explorateur, et, dans le nord de la Cochinchine, il parcourut des montagnes et traversa des forêts qu'on disait impraticables. Mais, comme le pastorien reparaissait toujours en lui, il pressentit les immenses services que les doctrines microbiennes, appliquées aux fléaux de ce pays, peuvent rendre à l'humanité. S'étant fait nommer médecin du cadre colonial, il entreprit donc l'étude de la peste bovine et de la peste humaine, dont il découvrit bientôt le bacille, court, trapu, à bouts arrondis. Bien plus, il cultiva le microbe, et, suivant la méthode du maître, il parvint à atténuer ses effets. Ayant introduit, en collaboration avec MM. Calmette et Borel, sous la peau, dans le péritoine ou dans les veines d'un lapin, une petite quantité d'une culture, atténuée par le chauffage d'une heure à 58 degrés, il lui communiqua une peste bénigne et il constata après que le sang du lapin avait acquis des propriétés conservatrices et curatives. Un dixième de centimètre cube du sérum suffisait, en effet, pour vacciner des souris blanches, animaux d'ordinaire très sensibles à la maladie.

Comme après avoir ravagé Canton, la peste venait d'éclater à Hong-Kong, le gouvernement

français s'empressa d'y envoyer le Dr Yersin avec mission d'étudier sur place la nature du fléau, son mode de propagation et les mesures les plus efficaces pour l'empêcher d'atteindre nos possessions indo-chinoises. Quand le jeune docteur y arriva, plus de 300 Chinois avaient déjà succombé. Il eut bientôt fait de s'installer avec son matériel de laboratoire dans une cabane en paillote, et, avec la complicité du fossoyeur ou du conducteur des fourgons à cadavres, d'examiner, de disséquer bon nombre de pestiférés. C'était à la nuit tombante, quand il n'y avait plus à craindre un œil indiscret, qu'il allait chercher, voler pour ainsi dire leurs corps. Ceci présentait un réel et très grand danger, non pas seulement à cause de la contagion, mais parce que les Chinois n'avaient jamais admis qu'on profanât leurs cadavres. Dans leur fanatisme, ils allaient jusqu'à refuser les soins d'un médecin chrétien.

Que serait-il arrivé s'ils avaient su que leurs dépouilles sacrées servaient de sujet à l'expérimentation du Dr Yersin !

Le jeune savant put se rendre bientôt compte de tous les symptômes de la maladie : « Le ganglion, remarqua-t-il, atteint très vite la grosseur d'un œuf de poule, et sa pulpe est, dans tous les cas, remplie d'une véritable purée de bacilles. Le sang en renferme quelquefois, mais en moins grande abondance, sauf dans les cas très graves et rapidement mortels. »

En 1895, les expériences se continuent en France, à l'Institut de la rue Dutot. Après avoir opéré sur des lapins, des rats, des cobayes, on inocule le cheval et le sérum de son sang se montre si actif qu'il doit servir de vaccin à l'homme. Yersin repart pour la Chine dans les premiers mois de 1896 ; il emporte de nombreux flacons pleins du précieux liquide ; il a hâte de vérifier la valeur de son remède et d'arracher les pestiférés à la mort. C'est à Amoy qu'ont lieu ses essais, ou plutôt qu'a lieu son triomphe ; car, sur 23 cas graves qu'il y traite, il obtient 22 guérisons en moins de deux jours. Étant donné que 95 pour cent des malades gravement atteints sont voués à une mort certaine, le succès est plus grand qu'on n'aurait osé l'espérer.

Voici, du reste, l'intéressante communication, en date du 11 août 1896, faite par le Dr Yersin, à l'Académie de médecine relativement au premier malade qu'il a soumis au traitement sérothérapique :

« Le 26 juin 1896, au séminaire de la mission catholique, un jeune Chinois, appelé Tisé, et âgé de dix-huit ans, se plaint, vers dix heures du matin, d'une douleur à l'aine droite. A midi, il éprouve une grande lassitude, la fièvre se déclare et l'enfant est obligé de se coucher.

« A 3 heures de l'après-midi, je vois le malade. Son état général est mauvais : lassitude extrême, vertige, fièvre. A l'aine droite existe le bubon ca-

ractéristique. Il y a empâtement de la région qui forme une saillie bien visible. Le toucher est excessivement douloureux.

« A 5 heures du soir, je suis prêt à faire une première injection de sérum. A ce moment, l'état du malade a encore empiré. La faiblesse est extrême, la fièvre a augmenté, l'enfant commence à délirer. Pour tous ceux qui ont l'habitude de voir des pestiférés, le malade est condamné et la mort doit survenir dans les douze heures.

« A cinq heures, je fais une première injection de sérum (10 centimètres cubes sous la peau du flanc). J'emploie du sérum préparé à Nha-Tsang et qui a été essayé sur des souris. Il vaccine la souris au 1/10 de centimètre cube.

« Immédiatement après l'injection, le malade a des vomissements alimentaires et bilieux (symptôme fréquent dans les cas de peste grave).

« A 6 heures du soir, l'état général paraît un peu meilleur, l'œil est plus vif, le malade dit se sentir moins abattu. Je fais une deuxième injection de sérum (10 centimètres cubes sous la peau du flanc).

« A 7 heures et demie, la fièvre a augmenté, le malade est excité et divague un peu. Il a des coliques et un peu de diarrhée.

« A 9 heures du soir, je fais une troisième et dernière injection (10 centimètres cubes sous la peau du flanc). A ce moment la fièvre est toujours forte et le malade continue à divaguer.

« De 9 heures à minuit, le malade a le sommeil agité. Les piqûres que j'ai faites sont douloureuses.

« A minuit, mieux notable. La fièvre diminue; le malade a toute sa connaissance et dit se sentir mieux. De minuit à 3 heures du matin, sommeil plus calme.

« A 3 heures du matin, l'amélioration de l'état du malade est manifeste : plus de vertiges, moins de faiblesse, moins de fièvre. Le malade a une selle (un peu de diarrhée).

« De 3 heures à 6 heures du matin, bon sommeil calme. A 6 heures du matin, le malade se réveille avec toute sa connaissance. La lassitude a disparu. Le bubon n'est plus du tout douloureux et a diminué de volume. La fièvre n'existe plus.

« A 11 heures du matin, le malade se dit guéri. La peau est moite, la fièvre complètement tombée. Il ne reste plus rien de la lassitude et de l'accablement d'hier soir. A l'aine droite, l'empâtement a complètement disparu. La région est indolore au toucher; il ne reste aucune trace de la maladie qu'un ou deux ganglions de la grosseur d'un haricot. Les piqûres de sérum sont encore douloureuses.

« *28 juin.* — La journée d'hier et la nuit ont été excellentes. Les piqûres de sérum ne sont pas du tout douloureuses et l'induration qui résulte toujours de ces piqûres a totalement disparu. Le malade a de l'appétit et reprend des forces.

« *29 juin.* — Je revois une dernière fois le malade. Les forces continuent à revenir ; l'enfant peut faire une petite promenade dans le jardin sans trop de fatigue. Le ganglion de l'aine diminue de volume. »

D'après une communication toute récente de M. Roux, à l'Académie de médecine de Paris, les résultats obtenus avec le sérum antipesteux ont été confirmés par MM. Wyssokowitz et Zabolotny envoyés en mission par le gouvernement russe à Bombay.

A peine installés dans cette ville, ces deux savants ont fait une étude approfondie de la peste : sur vingt-quatre pestiférés examinés avec soin, ils ont trouvé dix fois des bubons inguinaux, quatre fois des bubons axillaires, quatre fois des bubons du cou et six fois la pneumonie pesteuse sans bubons externes.

Quand il y a des bubons, tous les autres ganglions lymphatiques sont aussi augmentés de volume, mais le bubon principal se distingue par sa grosseur, par l'œdème du tissu conjonctif environnant, par sa faible consistance et par sa couleur gris jaunâtre ou rouge foncé. Il consiste, comme l'avait fait observer le Dr Yersin, en une abondante purée de microbes, et sa grosseur doit être attribuée à la quantité énorme de bactéries qu'il renferme plus qu'à l'hyperplasie des tissus eux-mêmes.

On reconnaît la pneumonie pesteuse au nombre

des bactéries spécifiques infectant les parties malades du poumon et les ganglions bronchiques. Il y a des hémorragies punctiformes sur les plèvres et la muqueuse des bronches est remplie de mucosités sanguinolentes, tandis que celle de la trachée et du larynx est presque saine. Cette pneumonie ne provoque le plus souvent ni toux ni crachats, mais elle est toujours mortelle.

MM. Wyssokowitz et Zabolotny se sont préoccupés de déterminer la porte d'entrée de la maladie, soit dans le cas de peste à bubons, soit dans celui de peste pneumonique.

Ils ont, pour cela, opéré sur des singes, qui sont extrêmement sensibles au virus pesteux et qui, à l'autopsie, donnent toutes les lésions décrites dans la peste humaine. Par une injection du virus sous la peau d'un bras, ils ont vu, vers le deuxième jour, se développer un bubon axillaire et la température monter de 38°5 à 40°5 et même 41°5; dans ces conditions, il y a eu œdème au point d'inoculation et la mort est survenue au bout de trois à cinq jours. Ayant simplement piqué un singe à la main avec une aiguille trempée dans une culture pesteuse, ils ont vu bientôt paraître le bubon axillaire, la fièvre s'allumer et l'animal mourir en huit ou dix jours; seulement la piqûre n'avait produit aucun œdème et il aurait été impossible de connaître le point par lequel avait pénétré le poison. Une piqûre au pied avait produit des bubons inguinaux, puis la mort, mais pas

d'œdème. De là cette première conclusion : il suffit d'une simple éraillure de la peau pour l'inoculation de la maladie et l'entrée du virus pour ne laisser aucune trace.

Ayant ensuite endormi les singes par du chloroforme pour éviter des résistances qui auraient pu produire des blessures sur des points qu'ils voulaient laisser intacts, les savants russes injectèrent le virus, soit dans les voies respiratoires, soit dans les voies digestives. Par l'inoculation en un point de la trachée, ils obtinrent la peste pneumonique; mais ils eurent beau injecter les parois de l'estomac, aucune maladie ne se déclara. Un deuxième point très important venait d'être mis en lumière : le singe et probablement aussi l'homme ne prennent point la peste par le canal digestif et les lésions de l'estomac ou de l'intestin sont d'ordre secondaire.

Restaient les questions d'immunité et de traitement. MM. Wyssokowitz et Zabolotny ont fait à ce sujet de très nombreuses expériences. L'injection de 10 centimètres cubes du sérum antipesteux de Yersin sous la peau d'un macaque n'a rendu l'animal réfractaire que pendant quinze jours et la *lymphe* de M. Haffkine n'a pas donné de meilleurs résultats.

Les cultures sur gélose, stérilisées à 60 degrés, auraient conféré une plus grande immunité, mais elles ne sont pas inoffensives et rendent les animaux cachectiques. D'après les savants expérimen-

tateurs, il y n'avait, pour prolonger la résistance des animaux, qu'à renouveler l'injection du sérum antipesteux.

Le sérum de Yersin a donné d'excellents résultats dans le traitement de la maladie. A la condition d'être employé à temps et à dose suffisante, ce remède a toujours été efficace; mais on échoue constamment quand on n'intervient que vingt-quatre heures avant la mort de l'animal et la mort survient également après un intervalle de quinze à dix-sept jours quand la quantité employée a été trop faible.

Les membres de la mission russe, opérant sur des hommes atteints de peste, ont fait l'observation que les effets du sérum Yersin sont souvent frappants et qu'ils se manifestent par l'abaissement de la température, la disparition de la somnolence et du délire, par un retour presque immédiat au bien-être, mais que son action dépend beaucoup du moment où il est injecté. C'est ainsi qu'il ne produit quelquefois qu'une action passagère, même dans le cas d'une peste bubonique. La pneumonie pesteuse s'est montrée toujours fatale malgré l'injection de sérum.

Somme toute, MM. Wyssokowitz et Zabolotny ont estimé la mortalité de la peste à 40 0/0 malgré l'emploi du sérum antipesteux; or elle était précédemment, à Bombay, de 80 0/0. Les savants russes ont trouvé ces chiffres concluants et, tout en exprimant l'espoir qu'un sérum plus

actif donnera de meilleurs résultats, sont d'avis que la sérothérapie est à jamais fondée.

Ainsi l'humanité est redevable au docteur Yersin d'un remède efficace contre la peste et le remède est basé sur les méthodes microbiennes. On le voit, l'esprit de Pasteur, dont chacun de ses disciples a recueilli une grande parcelle, continue à nous protéger :

IL PROTÈGE LE MONDE.

APPENDICE

NOTES ET DOCUMENTS

NOTE I. — *Sur la génération des ferments, par* E. Frémy.

NOTE II. — *La spore de la bactérie charbonneuse et Robert Koch, par* I. Straus.

NOTE III. — *La rage aprés morsure*, par L. Pasteur.

NOTE IV. — *M. Von Frisch : Lettre de Pasteur, Congrès de Vienne.*

NOTE V. — *Une leçon du professeur Peter.*

NOTE VI. — *La méthode Pasteur en Angleterre.*

NOTE I

—

Extrait d'une brochure publiée par G. Masson, éditeur, 17, place de l'École-de-Médecine, en 1875, ayant pour titre :

SUR LA GÉNÉRATION DES FERMENTS

Par M. E. Frémy, membre de l'Académie des sciences, professeur de chimie à l'Ecole polytechnique et au Muséum d'histoire naturelle, et pour sous-titre : « Les ferments ne sont pas engendrés par les poussières de l'air, mais par les organismes vivants ; la vie elle-même produit donc les agents de destruction qui déterminent la mort. »

INTRODUCTION

. . . . . .

Pour moi, les phénomènes de fermentation sont beaucoup plus étendus qu'on ne l'admet généralement, et embrassent un grand nombre de décompositions organiques.

Lorsque les corps créés par l'organisation végétale ont accompli leur rôle physiologique, j'admets qu'ils sont soumis dans les organes mêmes à une force de décomposition qui les modifie, les dédouble et finit par les détruire complètement ; leurs éléments sont alors restitués à l'air et au sol, et concourent au développement des organismes nouveaux.

C'est la *fermentation* qui produit ce grand phénomène de rotation organique.

Mais ce retour à l'air et au sol des éléments qui constituaient les organismes ne se fait pas spontanément et exige l'intervention d'agents spéciaux que l'on désigne sous le nom de *ferments*.

. . . . . .

Les ferments sont-ils engendrés par les poussières de l'air, comme le pense M. Pasteur, ou sont-ils créés par les corps organiques vivants, comme je le soutiens?

. . . . . .

L'air, au lieu d'apporter des germes de ferments, n'agit-il pas simplement dans certaines fermentations en donnant au milieu fermentescible l'oxygène qui est indispensable à tout développement organique?

. . . . . .

C'est ainsi que dans mes recherches sur la maturation des fruits, pour expliquer tous ces changements qui se produisent dans les cellules et qui font que les fruits d'abord acides et astringents, deviennent sucrés et perdent ensuite complètement leur sucre, j'ai admis, dans les fruits, la formation intracellulaire des différents ferments qui, sous l'influence de l'air, déterminent successivement la combustion lente du tanin, puis celle des acides et ensuite celle du sucre.

Dans mes travaux sur les substances gélatineuses des végétaux, je crois avoir démontré que les transformations successives éprouvées par ces corps, pendant la végétation, doivent être attribuées à l'influence d'un ferment particulier que j'ai désigné sous le nom de *pectase*, qui est engendré par la végétation dans l'intérieur des cellules.

. . . . . .

C'est cette théorie de la génération des ferments que j'ai désignée sous le nom d'*hémiorganisme*.

Elle diffère sous tous les rapports de la théorie de M. Pasteur, qui a reçu avec raison le nom de *panspermie*

atmosphérique, parce qu'elle fait dériver tous les ferments proprement dits de germes contenus dans l'atmosphère.

. . . . . .

En faisant dépendre la production des ferments de ces poussières qui sont en suspension dans l'air, et en refusant aux milieux organiques la faculté d'engendrer des ferments, M. Pasteur est conduit à des impossibilités évidentes et se trouve en opposition avec des faits incontestables.

Je ne parle ici que de la production des ferments : car la présence dans l'air des germes de moisissures, c'est-à-dire d'œufs d'infusoires et de spores de mycodermes, est un fait connu depuis deux cents ans, qui aujourd'hui n'est plus contesté par personne ; mais il ne peut pas rendre compte de la génération de cette quantité innombrable de ferments différents qui apparaissent dans les organismes où les poussières de l'air ne pénètrent pas.

Tel est le fond du débat ; on voit qu'il se rapporte à un des points les plus intéressants de la philosophie naturelle, puisqu'il s'agit de saisir la cause véritable des décompositions organiques.

M. Pasteur donne selon moi une importance exagérée à l'influence des poussières atmosphériques dans la destruction des organismes ; il la croit nécessaire et constante ; je la considère comme accidentelle et accessoire.

M. Pasteur admet que tous les ferments viennent de *l'extérieur* ; moi je soutiens qu'ils viennent de l'*intérieur* des organismes, et que, dans cette génération, l'air intervient dans certains cas par son oxygène et non par ses poussières.

. . . . . .

Pour moi, les milieux organiques sont doués d'une force végétative qui leur permet, au contact de l'air et par l'action de l'oxygène, de créer des ferments sans l'intervention des poussières atmosphériques : cette production des ferments par les organismes vivants peut même, dans certains cas, se faire à l'abri de l'air.

Je pense que l'objet de la discussion est nettement établi par les considérations qui précèdent; cependant cet exposé serait incomplet, si je ne faisais pas connaître les arguments qui ont été développés, de part et d'autre, devant l'Académie des sciences.

Je vais donc reproduire les principales opinions que M. Pasteur a consignées dans ses écrits sur les fermentations, et je mettrai en regard celles que j'ai émises sur les mêmes questions, dans les *Comptes rendus de l'Académie*, dans mes mémoires et dans mes cours.

Citations relatives à la discussion qui s'est produite devant l'Académie des Sciences :

M. Pasteur.

« Les fermentations proprement dites sont celles qui sont produites par des ferments organiques et vivants. »

« L'acte chimique de la fermentation est essentiellement un phénomène corrélatif d'un acte vital commençant et s'arrêtant avec ce dernier. Il n'y a jamais de fermentation alcoolique sans qu'il y ait simultanément organisation, développement, multiplication de globules ou vie poursuivie, continuée des globules déjà formés; les fermentations sont donc des phénomènes corrélatifs de la vie; tandis que pour mes adversaires, les fermentations sont corrélatives de la mort. »

. . . . . .

M. Frémy.

. . . . . .

« Les opinions principales de M. Pasteur sur la fermentation se trouvent en quelque sorte résumées dans les phrases que je viens de reproduire. M. Pasteur a compris que

sa théorie de la panspermie atmosphérique ne pouvait s'appliquer à la génération de tous les ferments ; de là l'expression si vague et si élastique de *fermentation proprement dite.* »

. . . . . .

« La théorie de la panspermie atmosphérique nécessite, je le sais, une pareille restriction, mais je la repousse de toutes mes forces, parce qu'elle est en opposition avec les faits les mieux avérés de la chimie organique. »

. . . . . .

« Loin d'envisager la fermentation comme un phénomène restreint qui ne s'appliquerait qu'à un certain nombre de dédoublements organiques, je le considère comme absolument général et je l'étends à toutes les substances créées par l'organisation. *J'admets que tous les corps organiques sont fermentescibles, comme ils sont combustibles*; la décomposition des engrais dans le sol arable me paraît être la confirmation rigoureuse de ce principe. »

M. Pasteur.

« Les ferments véritables dérivant tous de germes nés de parents semblables à eux, l'air tient en suspension ces germes de ferments, qu'il sème constamment dans les milieux fermentescibles. Tous les ferments véritables viennent donc de l'extérieur. »

M. Frémy.

« Je dirai d'abord que l'existence des germes de ferments est une hypothèse émise par M. Pasteur et dont la vraisemblance est contestée par des naturalistes éminents. »

. . . . . .

M. Pasteur.

« Les poussières de l'air sont bien les causes véritables

des altérations qui se produisent dans un milieu organique altérable qu'on expose à l'air : en effet, les moisissures ne se présentent pas dans un liquide organique que l'on soumet à l'influence d'un air pur, tel que celui qui est pris sur une haute montagne, loin des lieux habités, ou celui qui est débarrassé presque complètement des organismes qu'il tenait en suspension, à la suite d'une longue pluie qui le lave et le purifie. »

M. Frémy.

« Un air purifié par la pluie qui ne forme plus de moisissures dans les liquides organiques, détermine très facilement la fermentation du lait et celle des sucs de fruits. »

. . . . . .

M. Pasteur.

« Les liquides altérables et fermentescibles introduits dans des ballons à col recourbé et effilé, puis soumis à l'ébullition, se conservent sans altération ; cette expérience démontre que ce sont bien les germes atmosphériques qui produisent la fermentation ; en effet, par l'ébullition, on a tué les germes que l'on avait semés dans le liquide, et, par les sinuosités du col du ballon, on a retenu les poussières atmosphériques, cause des fermentations. »

M. Frémy.

« . . . . . Lors même que le col est ouvert, l'oxygène s'y trouve bientôt remplacé par de l'acide carbonique ; or, dans un pareil mélange d'azote et d'acide carbonique, les phénomènes d'organisation deviennent impossibles, les ferments ne peuvent donc pas y prendre naissance. »

. . . . . .

. . . . . .

Cette discussion continue longtemps encore sur le même ton. Frémy signale les expressions souvent très vives de Pasteur et ne lui fait aucune concession, affirmant qu'il a pour lui la logique et le bon sens.

En terminant, il fait connaître les expériences qu'il a instituées à l'occasion du débat qui s'était produit devant l'Académie des sciences pendant les années 1871 et 1872, et il les oppose à celles de son adversaire ; mais, en 1875, Pasteur est occupé à d'autres travaux et considère sans doute le sujet comme épuisé.

NOTE II

La spore de la bactéridie charbonneuse et Robert Koch, par M. I. Straus, agrégé, médecin de l'hôpital Tenon.

Malgré la découverte de la bactéridie, l'étiologie proprement dite du charbon, c'est-à-dire la façon dont les animaux s'infectent et dont le contage se perpétue à la surface du sol et dans les étables, continuait à être enveloppée d'obscurités. L'hypothèse de la transmission par les mouches était insuffisante; d'autre part, la persistance de la virulence du sang, des produits charbonneux *desséchés*, mise en lumière par Davaine, et le rôle attribué par lui aux « poussières charbonneuses » soulevaient bien des objections. Tantôt l'inoculation du sang desséché et conservé pendant un certain temps donnait des résultats positifs; tantôt elle échouait, comme dans les expériences de Bouley, de Sanson, de Bollinger, sans que l'on pût se rendre compte des causes de la réussite ou de l'insuccès. Du reste, les observations faites sur le sang charbonneux desséché ne pouvaient expliquer ce qui se passe en rase campagne, où la matière virulente est incessamment soumise à des alternatives de sécheresse et d'humidité et où elle résiste pendant des années à l'action successive du soleil, de la pluie, des inondations, etc. La découverte de la spore de la bactéridie devait dissiper toutes ces diversités.

Dès 1869, dans ses recherches sur la *flacherie* des vers à

soie, maladie due à la multiplication, dans l'intestin de l'insecte, d'un vibrion ou bacille spécial, M. Pasteur avait fait une observation de la plus haute importance; il avait reconnu pour ces vibrions deux modes de reproduction. Après qu'ils se sont divisés pendant un certain temps par scission, les bâtonnets, jusque-là homogènes en apparence, montrent dans leur intérieur des « noyaux brillants », en même temps que leur substance se résorbe autour de ces noyaux. M. Pasteur constata en outre que « ces germes de la flacherie, ces kystes des vibrions », comme il les appelait, peuvent subir une dessiccation prolongée sans périr et conserver leur activité pendant des années. Il donna ainsi l'explication de la persistance des épidémies de cette maladie.

D'autre part, M. le professeur Cohn (de Breslau), dans ses recherches sur les bactéries et particulièrement sur le *bacillus subtilis*, qui présente tant d'analogies morphologiques avec le *bacillus anthracis*, avait montré qu'il se forme dans l'intérieur des bacilles des spores (Dauersporen) capables, après un état de repos plus ou moins long, de reproduire de nouveaux bacilles; à ce sujet il émettait l'hypothèse que peut-être les choses se passent de même pour l'organisme du charbon. Mais c'est à M. Koch que revient le mérite d'avoir établi qu'un tel mode de reproduction existe en effet dans la bactéridie charbonneuse. C'est à son mémorable travail que j'emprunte l'exposé qui suit.

Dans le sang et dans les humeurs de l'animal *vivant*, la bactéridie se multiplie extrêmement vite, mais par un mode *unique* qui consiste dans l'allongement du bâtonnet et sa segmentation transversale en deux ou plusieurs articles; c'est le mode de reproduction par scissiparité.

Mais cette même bactéridie laissée dans le sang de l'animal *mort*, ou placée dans d'autres liquides nutritifs appropriés (humeur aqueuse, sérum, etc.), présente un autre mode de reproduction, à *condition que l'on permette l'ar=*

rivée de l'air et que la température du milieu soit maintenue dans de certaines limites. Alors on voit les bactéridies pousser en filaments extrêmement longs, non ramifiés, avec formation dans leur intérieur de nombreuses spores.

M. Koch arriva à cette constatation à l'aide de procédés aussi simples qu'ingénieux. Sur une lame on porte une goutte de sérum de sang de bœuf frais, ou d'humeur aqueuse fraîchement prélevée sur un œil de bœuf; on y place un très petit fragment de rate fraîche de souris charbonneuse; on recouvre avec une lamelle. Le tout est placé dans une chambre humide et mis à l'étuve à une température de 35 à 37°. Au bout de quinze à vingt heures on examine la préparation et voici ce que l'on constate : Au centre de la préparation (c'est-à-dire là où l'air n'a pu arriver), on trouve les bacilles presque intacts et sans modification, au milieu des globules rouges et des cellules de la pulpe splénique. Lorsqu'on se rapproche du bord de la lamelle à couvrir, on voit des bacilles très allongés, trois à huit fois plus longs que les bacilles normaux et qui commencent à se contourner; au fur et à mesure qu'on se rapproche du bord de la préparation, les bacilles s'allongent de plus en plus, jusqu'à donner des filaments flexueux cent fois plus longs que le bacille.

En même temps ces filaments ont perdu leur transparence parfaite et leur contenu est devenu finement granuleux; en outre, à des espaces réguliers, apparaissent des corpuscules brillants, fortement réfringents : ce sont les spores naissantes. Tout à fait au bord de la préparation, là où l'air afflue abondamment, les filaments contiennent des spores typiques, avec leur forme ovoïde, alignés régulièrement à la façon des perles d'un collier, dans l'intérieur du filament dont la substance tend de plus en plus à se résorber; ailleurs cette substance est totalement résorbée et la disposition primitive des spores dans le filament n'est plus rappelée que par l'alignement moniliforme de ces spores; enfin, par places, il existe des amas de spores tout

à fait libres. Ainsi dans la même préparation, on trouve toutes les formes de transition entre le bacille et la spore libre, en passant par l'état de filament simple et de filament sporifère.

M. Koch a pu suivre ces transformations *de visu* au microscope, en employant un procédé qui réalise commodément une petite chambre humide. Sur la face intérieure d'une lamelle à couvrir, on place une gouttelette de sérum ou d'humeur aqueuse fraîche, dans laquelle on a semé une parcelle de rate charbonneuse fraîche. On retourne ensuite cette lamelle (sans déranger la goutte) sur une lame porte-objet creusée d'une petite cupule. Les bords de la lamelle sont fixés sur les bords de la cupule avec un peu d'huile d'olive ou de vaseline, de façon à empêcher la dessiccation de la gouttelette. L'espace compris entre la cupule et la lamelle se remplit rapidement de vapeur d'eau, de sorte que l'on a ainsi une véritable chambre humide, et la quantité d'air contenue dans cette cellule humide est suffisante pour développer des bacilles pendant plusieurs jours. La chambre humide ainsi construite est placée dans le microscope à platine chauffante de M. Schultze et portée à environ 35°. Les choses étant ainsi disposées, on peut facilement suivre au microscope ce qui se passe dans la gouttelette suspendue (1).

Au début de l'observation on voit les bacilles s'épaissir et se gonfler; au bout de deux heures, la croissance commence; au bout de trois à quatre heures, les bacilles ont déjà augmenté dix à vingt fois de longueur et commencent à s'infléchir et à se tordre. Si l'observateur fixe attentivement, pendant une dizaine de minutes, une des extrémités

(1) Ce mode de culture dans « une gouttelette suspendue » (hangender Tropfen) est aujourd'hui couramment employé en bactériologie pour examiner les bactéries à l'état vivant, avec leurs mouvements et pendant leur croissance. On peut se servir dans le même but de la chambre humide à air construite par M. Ranvier. (*Traité technique d'histologie*, p. 41 et 44.)

d'un filament, il le voit manifestement s'allonger et il assiste ainsi directement au spectacle saisissant de la croissance du bacille. Bientôt le protoplasma du filament, de transparent qu'il était, devient granuleux et au bout de 10 à 15 heures des spores ovoïdes, brillantes, y apparaissent; ces spores ensuite deviennent libres et obéissant à la pesanteur s'amassent à la partie inférieure de la gouttelette suspendue. La préparation peut se conserver à cet état pendant des semaines.

On remarquera que dans ces essais de culture M. Koch ne disposait pas des procédés rigoureux dont M. Pasteur venait de doter la science; aussi, comme il le reconnaît lui-même, souvent des organismes étrangers venaient se mêler à la bactéridie et troubler l'expérience; toutefois, en employant de l'humeur aqueuse aussi pure que possible et de la rate charbonneuse également pure, la moitié environ des préparations donnaient *des cultures pures* du bacillus anthracis.

Nous venons de voir comment du bacille on arrive à la spore; en continuant l'expérience ci-dessus, on peut assister à la transformation de la spore en un bacille identique à celui que l'on rencontre dans le sang des animaux charbonneux. Pour cela on place sur une lame porte-objet ordinaire une culture pure, riche en spores, et on y ajoute une goutte d'humeur aqueuse (1); on recouvre avec une lamelle et on met le tout dans une chambre humide, à l'étuve, à 35°. Au bout de trois ou quatre heures déjà, le développement commence, toujours plus hâtif vers les bords de la lamelle, à cause de l'arrivée plus facile de l'air.

La spore examinée dans ces conditions, à un fort gros-

(1) M. Koch conseille de dessécher d'abord rapidement la culture contenant les spores sur la lame, puis d'y déposer la goutte d'humeur aqueuse; on évite ainsi que les spores, en flottant trop facilement dans le liquide, ne se dispersent et ne s'échappent de dessous la lamelle.

sissement, apparaît comme une masse ovoïde, réfringente, entourée d'un anneau de substance claire, transparente comme du verre. C'est là la substance vivante proprement dite, protoplasmatique de la spore. Cette substance enveloppante s'allonge progressivement, dans le sens du grand axe de la spore et dans une seule direction, d'où l'apparence d'un ovoïde de plus en plus allongé, la spore brillante continuant à occuper l'un des pôles de cet ovoïde. Bientôt l'enveloppe transparente prend l'aspect filiforme, en même temps que la spore terminale devient moins brillante, se rapetisse, se divise souvent en plusieurs fragments et finalement disparaît. Il ne reste plus alors qu'un bâtonnet parfaitement transparent, une bactéridie en un mot. Dans l'opinion de M. Koch, la spore est constituée par une gouttelette de graisse ou d'huile (d'où sa grande réfringence) entourée d'une mince enveloppe de protoplasma. C'est celle-ci qui est la vraie substance vivante, susceptible de végétation, la gouttelette graisseuse ne servant probablement que de réserve alimentaire pendant la germination. Si l'expérience se prolonge (au bout de 16 à 18 heures), les bacilles de nouvelle formation prennent la forme filamenteuse, et une nouvelle génération de spores apparaît dans leur intérieur (1). Le cycle est ainsi complet et peut se reproduire indéfiniment par des ensemencements nouveaux.

Tels sont les faits morphologiques mis en lumière dans ce travail fondamental de M. Koch. Ce n'est pas qu'avant lui on n'ait déjà parlé de germes de la bactéridie. M. Bollinger notamment a décrit le bacillus anthracis comme étant formé de bactéries punctiformes (Kugelbacterien)

(1) M. Toussaint a observé que l'apparition des spores est plus rapide quand la préparation est exposée à la lumière; si la préparation est maintenue à l'obscurité les spores mettraient dix à quinze heures de plus à se montrer (Toussaint, *loc. cit.*, p. 54).

placées bout à bout, lesquels points arrondis seraient les germes du bacille et il a publié des dessins reproduisant cette prétendue disposition (1). Mais, ainsi que le fait remarquer M. Koch, il suffit de jeter un coup d'œil sur ces dessins pour se rendre compte qu'il ne s'agit pas là de spores, mais simplement d'une segmentation artificielle ou cadavérique des bactéridies, telle qu'on la remarque par exemple sur du sang charbonneux tenu pendant quelque temps à l'abri de l'air, alors que les bactéridies sont mortes et commencent à se désagréger.

Il nous reste maintenant à suivre M. Koch dans ses tentatives pour établir l'étiologie du charbon chez les animaux, sur la base de ces notions nouvelles de la biologie du bacillus anthracis. Un premier point, qu'il importe de ne pas perdre de vue, c'est qu'il ne se trouve jamais dans le sang et dans les tissus de l'animal vivant autrement qu'à l'état bacillaire; il est incapable d'y prendre l'état filamenteux ni d'y donner des spores. C'est donc après la mort de l'animal, dans son cadavre ou sur les sécrétions souillées de bactéridies qu'il a pu disséminer partout pendant la vie, qu'il importe de suivre le bacille et de déterminer les conditions qui peuvent lui être offertes pour continuer à vivre, pour se multiplier et infecter à nouveau les animaux.

Davaine a eu le mérite de montrer que du sang et des produits charbonneux desséchés peuvent conserver longtemps leur virulence; seulement on n'était pas d'accord sur la durée de cette virulence. Pour s'en rendre compte, M. Koch institua des expériences méthodiques.

Des morceaux de rate, des ganglions lymphatiques, d'autres organes et enfin du sang d'animaux charbonneux furent desséchés, à l'air, dans un endroit *frais*; de ces morceaux, les uns étaient assez volumineux, les autres de

(1) Dessins dont la figure insérée à la page 130 donne une idée.

la grosseur d'un pois environ, enfin du sang était rapidement étalé et desséché sur une lame de verre. L'expérience montra que le sang desséché en couches minces perdait toute virulence au bout de 12 à 30 heures; une parcelle de ce sang, semée dans une goutte d'humeur aqueuse et placée à l'étuve demeurait stérile. La dessiccation poussée à une certaine limite et pendant un temps déterminé avait donc tué les bacilles.

Les fragments de tissu d'un certain volume gardèrent leur virulence pendant deux à trois semaines et des parcelles prélevées dans ce tissu pendant ce laps de temps et cultivées à l'étuve dans l'humeur aqueuse donnèrent naissance à des filaments et à des spores. Des fragments plus volumineux encore, probablement à cause de leur dessication plus lente et moins complète, se montrèrent virulents pendant quatre à cinq semaines. Jamais dans ces conditions, la virulence ne subsista plus longtemps.

La température est un facteur important pour le développement de la bactéridie. D'après M. Koch, la température la plus favorable est de 35°; alors on observe des spores superbes au bout de 20 heures; à 30° les spores apparaissent un peu plus tard (30 heures). Cultivée à 18 ou 20°, la bactéridie ne donne de spores qu'au bout de 2 à 3 jours. Au-dessous de 18°, les spores ne se forment plus; au-dessous de 12°, il n'y a même plus de développement filamenteux; vers 45° le développement cesse également.

Nous venons de voir comment se comporte la virulence des produits charbonneux soumis à de certaines conditions de dessication; comment les choses se passent-elles quand ces substances sont maintenues dans un milieu liquide? Si on met du sang charbonneux dans un vase de verre bien bouché et entièrement rempli et qu'on place à l'étuve, les bactéries y disparaissent au bout de 24 heures et la virulence charbonneuse a cessé d'exister. Cette disparition de la virulence, d'après M. Koch, ne tient pas à la putréfaction qui s'établit en même temps dans le sang, mais

uniquement à l'absence d'oxygène. Pour le prouver, il institua l'expérience suivante. Une goutte de sang charbonneux frais est placée sur une lame et recouverte par une lamelle qu'on lute sur les bords avec un peu d'huile; on place la préparation à l'étuve. La gouttelette de sang, au début de l'expérience, avait été préalablement examinée au spectroscope et avait révélé l'existence des deux raies obscures de l'oxyhémoglobine. D'abord, grâce à la réserve d'air que cèdent les globules rouges, les bacilles commencent à pousser et, au bout de 3 à 4 heures, ils triplent et quadruplent de longueur. Mais en même temps, on constate la disparition des raies de l'hémoglobine oxydée et l'apparition de la bande unique de l'hémoglobine réduite. A partir de ce moment, toute croissance cesse, quoiqu'il n'y ait aucun développement de putréfaction. Les bacilles meurent, faute d'oxygène. C'est pour ce même motif que les bactéridies contenues dans un cadavre charbonneux *non ouvert* ne se développent pas et meurent, même si l'on a soin de placer le cadavre à une température au-dessus de 18°.

Il en est tout autrement quand l'air peut arriver, même en faible quantité, et que la température est suffisante. Si l'on place du sang charbonneux dans un verre de montre, de façon à le remplir à moitié, et qu'on recouvre avec une lame de verre, ce sang, déjà au bout de 24 heures de séjour à la température de la chambre, présentera une odeur putride qui s'accentuera les jours suivants; le liquide fourmillera de bactéries et de micrococcus de la putréfaction, et cependant, à côté d'eux, les filaments et les spores du bacillus anthracis se développeront parfaitement (1).

(1) Cette expérience de M. Koch semble donner un démenti au fait si souvent invoqué par Davaine, à savoir que la putréfaction détruit la virulence charbonneuse; mais la contradiction n'est qu'apparente. La putréfaction fait disparaître complètement la virulence charbonneuse si elle s'est établie dans le sang avant la formation des spores. Si elle ne s'est montrée qu'après

Si l'on dilue les substances organiques renfermant des bacilles dans une trop forte proportion d'eau, il n'y a plus de végétation des bacilles; ainsi du sang de souris charbonneuse délayé dans vingt fois son volume d'eau distillée, perd sa virulence au bout de 30 heures; le liquide avait cessé de contenir une quantité suffisante d'albumine et de sels pour subvenir au développement du microbe.

Les choses se passent différemment pour les *spores* de la bactéridie; on peut les placer pendant 3 semaines dans de l'eau commune, les dessécher ensuite, puis les faire séjourner à nouveau dans l'eau, sans que, pour cela, leur virulence disparaisse ni leur faculté de donner naissance à des bactéridies.

Tous ces faits permettent maintenant d'expliquer les différences d'opinions sur la virulence du sang charbonneux, desséché : tantôt les expérimentateurs se servaient de sang rapidement desséché, qui ne contenait pas de spores; dans ces cas, la virulence des bactéridies desséchées ne durait que pendant un temps relativement court et qui ne dépassait pas cinq semaines. Si, au contraire, la dessiccation se fait lentement (grâce à l'emploi d'une quantité de sang suffisante) à la température de la pièce ou en été, des spores ont le temps de se développer et la virulence du produit desséché peut durer très longtemps; M. Koch a pu inoculer avec succès du sang ainsi desséché depuis quatre ans.

la formation des spores, la virulence charbonneuse persistera, mais elle ne pourra pas facilement être mise en évidence. En effet, si l'on inocule du sang charbonneux putréfié à un lapin ou à un cobaye, on a beaucoup de chances de voir l'animal succomber, non pas au charbon, mais à une septicémie spéciale; cela tient à ce fait, mis en lumière par M. Pasteur, que le vibrion septique se développe plus facilement et plus rapidement dans ces circonstances que la bactéridie ou ses spores; le liquide inoculé est à la fois charbonneux et septique, mais la septicémie prend les devants et empêche le développement du charbon.

L'agent charbonneux affecte donc deux états bien différents, celui de bâtonnets ou mycélium et celui de spores ou corpuscules germes. Les bâtonnets, qui représentent l'organisme adulte, sont peu résistants; il leur faut pour vivre et se développer un milieu nutritif approprié, de l'oxygène et une certaine température; ils résistent mal à une certaine élévation de la température, à la dessication, à la privation d'air, et au séjour dans l'eau, etc. Les spores, au contraire, sont incomparablement plus robustes; elles résistent à la dessiccation prolongée, à l'humidité, à la putréfaction; elles peuvent être soumises à ces influences pendant des mois et des années sans perdre leur virulence, c'est-à-dire que, placées sous la peau d'un animal approprié, elles s'allongent et donnent naissance à des bactéridies qui, par leur multiplication rapide, entraînent la mort de l'animal comme si on lui avait inoculé du sang charbonneux frais.

Ces notions nouvelles sur la morphologie du bacillus anthracis étaient appelées à jeter de vives lumières sur l'étiologie du charbon chez les animaux ainsi que chez l'homme; M. Koch, dans son mémoire, y insiste avec une rare clairvoyance. Les produits charbonneux *frais*, ne contenant que des bactéridies sans spores ne servent sans doute que très rarement d'agents de transmission chez les animaux; ils interviennent plus fréquemment chez les hommes exposés à manier des cadavres ou des débris de cadavres charbonneux (équarrisseurs, bouchers, bergers, mégissiers, etc.). Pour les animaux, la propagation du contage et de l'infection s'opèrent donc, dans l'immense majorité des cas, par des substances contenant des spores charbonneuses soit à l'état pulvérulent, soit en suspension dans des liquides. Grâce à la résistance de ces spores à la chaleur, au froid, à la dessiccation, à l'humidité, à l'absence d'air, à la putréfaction, le contage charbonneux peut revêtir cette ténacité qu'on lui connaît dans certaines circonstances.

M. Koch (qui ne disposait alors que de petits animaux) fit manger à des souris et à des lapins des fragments de rate d'animaux charbonneux ou des aliments mêlés à de grandes quantités de spores charbonneuses, sans réussir à provoquer chez eux l'apparition du charbon; il en conclut que ces animaux sont inaptes à contracter la maladie par la voie intestinale. Pour les moutons et les grands ruminants, faute d'expériences directes, il laisse la question en suspens, ainsi que celle de la possibilité de l'infection par la voie pulmonaire, mais il était, à cette époque, visiblement enclin à partager l'opinion de Davaine : les animaux s'infecteraient surtout par la voie cutanée, par des blessures de la peau sur lesquelles viendraient se déposer des poussières contenant des germes charbonneux.

Le rôle des cadavres dans la dissémination du charbon fut nettement indiqué par M. Koch; un seul cadavre négligé, dit-il, peut donner naissance à des spores innombrables et les disséminer à la surface du sol ou en souiller les eaux. Il relate à ce sujet le fait signalé par Œmler qui, sur le domaine de Mansfeld, vit la mortalité annuelle des moutons par le charbon tomber de 21 0/0 à 2 0/0, à la suite de l'interdiction rigoureuse d'enterrer aucun cadavre d'animal dans les champs ni dans les pâturages.

Ainsi le pouvoir de résistance dont est revêtue la spore, explique la ténacité si grande qu'offre parfois le virus charbonneux, ténacité qui ne se conciliait pas avec ce que nous savons de la vie relativement éphémère et de la vulnérabilité de la bactéridie. Ainsi s'explique aussi et tout naturellement le double caractère que présente le charbon d'être à la fois une maladie virulente, directement inoculable d'un animal malade à un animal sain, et une maladie *tellurique* liée à des qualités jusqu'alors mystérieuses du sol, des eaux, des aliments. Ainsi se trouve comblée une des lacunes les plus sérieuses de la théorie de Davaine, regardant le charbon comme exclusivement dû à la bactéridie.

Restait à dissiper les derniers doutes, à faire la preuve absolue, rigoureusement scientifique, telle qu'il la fallait en un mot pour la solution d'un débat décisif, non pas seulement pour le charbon, mais pour la doctrine même de la nature parasitaire des maladies infectieuses : c'est ce qui fut réalisé par les admirables recherches de M. Pasteur et de ses élèves . . . . . .

(Extrait du *Progrès Médical*)

NOTE III

Résultats de l'application de la méthode de prophylaxie de la rage après morsure (1).

Le 1er mars dernier, j'ai fait connaître à l'Académie les résultats de la méthode de prophylaxie de la rage, portant sur 350 personnes de tout âge, après morsures par chiens enragés. Aujourd'hui (12 avril), le nombre total des personnes traitées ou en traitement est de 726, qui se décompose comme il suit, par nationalités :

France	505
Algérie	40
Russie	75
Angleterre	25
Italie	24
Autriche-Hongrie	13
Belgique	10
Amérique (Nord)	9
Finlande	6
Allemagne	5
Portugal	5
Espagne	4
Grèce	3
Suisse	1
Brésil	1
Total	726

Ce tableau comprend lui-même deux listes qu'il est essentiel d'envisager séparément.

Une première liste contient le nombre de personnes

(1) Communication faite à l'Académie des sciences par M. Louis Pasteur (de l'Institut), dans la séance du 12 avril 1886.

mordues par des chiens ; la seconde s'applique aux morsures par loups enragés.

Le nombre de personnes traitées après morsure de chiens enragés s'élève à 688.

Le nombre de personnes traitées après morsure de loups enragés s'élève à 38.

Si cette distinction n'était pas faite, on s'exposerait à porter sur la méthode de prophylaxie de la rage un jugement erroné.

Des 688 personnes traitées après morsures de chiens, toutes se portent bien (exception toujours faite du cas de la petite Pelletier). Cependant plus de la moitié a déjà dépassé la période dangereuse.

Des 38 Russes traités ou en traitement après morsures de loups enragés, 3 sont morts rabiques; les autres vont bien, quant à présent; mais il est impossible de prévoir ce qui arrivera ultérieurement. Il existe, en effet, de profondes différences entre les suites des morsures par les chiens ou par les loups.

Plusieurs personnes ont eu l'obligeance de me faire connaître des récits très authentiques de l'effet des morsures de loups enragés, et je crois utile de publier les conclusions de leurs rapports.

Premier document. — Le 27 février 1706, 8 habitants de la commune de Saint-Julien-de-Civry (Bourgogne) furent mordus par un loup enragé.

Un succomba le même jour à ses blessures ; les 7 autres moururent tous de la rage, après une incubation qui varia de 17 à 68 jours (17, 26, 28, 42, 44, 60, 68). (Extrait des registres mortuaires de la commune, par M. Sandre, instituteur, extrait certifié par le maire de la commune.)

Deuxième document. — Le 26 décembre 1806, 9 personnes furent mordues, aux environs de Bourg, par un loup enragé; 8 sont mortes de la rage. La *Revue scienti-*

fique, qui rapporte ce fait, emprunté à une communication du docteur Thimécour, de la Société de médecine de Lyon, ne dit rien des dates d'incubation (1).

Troisième document. — Le 16 octobre 1812, 19 personnes ont été mordues, dans la ville de Bar-sur-Ornain, par un loup enragé. Toutes furent traitées par les docteurs Champion et Moreau, qui lavèrent leurs plaies et les cautérisèrent avec du muriate d'antimoine liquide.

11 sont mortes de la rage, après une incubation qui a varié de 7, 13, 15 jours à 60, 69 et 70 jours. (Communiqué à l'Institut de France, le 6 septembre 1813, par le docteur Champion.)

Quatrième document. — Le 23 février 1849, un berger de Darbois, le sieur Dumont, âgé de soixante-quatre ans, a été mordu par un loup enragé. Il est mort rabique après une incubation de 32 jours. (Communication de MM. Cailletet et Mariotti.)

Cinquième document. — Le 7 janvier 1866, trois personnes habitant trois communes voisines, Nant, Alques et Saint-Jean-du-Bruel, dans l'Aveyron, furent mordues par une louve enragée.

Les trois ont pris la rage après 22, 23 et 38 jours d'incubation et sont mortes. (Communication du docteur Bompaire, à Millau, Aveyron.)

Sixième document. — Le 5 octobre 1874, dans la commune de Rochette, canton de Rochefoucauld (Charente),

(1) La note du docteur Lutil-Thimécour donne la durée de l'incubation (24 jours pour une seule victime, Claudine Tabouret, âgée de soixante ans) ; pour les autres mordus, il est dit seulement que la mort est survenue à des époques *peu éloignées* (*Réd.*).

deux hommes furent mordus par un loup enragé qui venait de terrasser et de déchirer une petite fille.

Après 25 et 30 jours d'incubation, ces deux hommes ont pris la rage et ont succombé. L'enfant est morte le jour même où elle a été assaillie. (Extrait du journal *le Charentais*, octobre et novembre 1874.)

Septième document. — Par lettre en date du 26 mars dernier, M. le docteur Niepce, médecin des eaux d'Allevard, signale à M. Vulpian 4 cas de morsures par loup enragé, en 1822. Les 4 personnes moururent de la rage, après des durées d'incubation de 9, 13, 15 et 19 jours.

Huitième document. — Les 11 et 12 mai 1811, un loup enragé mordit, dans les environs d'Avallon, diverses personnes et beaucoup de bestiaux.

Toutes les personnes mordues succombèrent à la rage.

Les dates des divers décès, relevées sur les registres de l'hospice, sont les suivantes :

24, 27, 28, 30 (2 morts) et 31 mai 1811, par conséquent. 13, 16, 17, 19 et 20 jours après les morsures. (Extrait des registres de l'hospice de la ville d'Avallon, Yonne.)

En réunissant les huit documents qui précèdent, on arrive à la proportion de 82 morts pour 100 mordus par loups enragés, et, dans 6 des cas sur 8, il y a eu autant de morts que de mordus. Si l'on appliquait cette proportion, dans la mortalité, aux 16 Russes de Smolensk dont le traitement est terminé et dont 16 reprennent aujourd'hui le chemin de la Russie, ce n'est pas 3 morts par rage dont on aurait à déplorer la perte, mais 15 ou 16. On ne saurait douter que le traitement a dû être efficace pour la plupart d'entre eux.

Il y a plus : en Russie, on s'accorde généralement à dire que toute personne mordue par un loup enragé est vouée à la mort par rage.

Les faits précédents nous démontrent :

1° Que la durée d'incubation de la rage humaine par morsures de loups enragés est souvent très courte, beaucoup plus courte que la rage par morsures de chiens;

2° Que la mortalité, à la suite des morsures par loup enragé, est considérable si on la compare aux effets des morsures du chien.

Ces deux propositions trouvent une explication suffisante dans le nombre, la profondeur et le siège des morsures faites par le loup, qui s'acharne sur sa victime, l'attaque souvent à la tête et au visage. L'autopsie des trois Russes qui ont succombé à l'Hôtel-Dieu et l'inoculation de la moelle allongée du premier de ces Russes à des chiens, des lapins et des cobayes prouvent que le virus du loup et celui du chien ont sensiblement la même violence, et que la différence entre la rage du loup et la rage du chien tient surtout au nombre et à la nature des morsures.

Ces faits m'ont conduit à chercher si, dans le cas de morsures par loups enragés, la méthode ne pourrait pas être utilement modifiée par des inoculations en plus grande quantité et dans un temps plus court. Je ferai part ultérieurement des résultats à l'Académie.

Dans tous les cas, pour le loup en particulier, il est bon de se soumettre le plus tôt possible au traitement préventif. Les Russes de Smolensk ont employé six jours pour le voyage et ne sont arrivés au laboratoire que quatorze et quinze jours après les accidents. On aurait donc pu, à la rigueur, commencer leur traitement huit jours plus tôt, et l'on ne saurait dire quelle aurait été l'influence de cette modification pour les trois qui ont succombé.

L. Pasteur
de l'Institut.

NOTE IV

M. von Frisch. Lettre de M. Pasteur. Congrès de Vienne.

Dans la séance d'hier de la *Société império-royale des médecins de Vienne*, M. le SECRÉTAIRE a donné lecture de la lettre suivante que M. Pasteur a adressée à la Société, et qui, d'après son auteur, est une réfutation du livre récent de M. von Frisch sur la rage.

Le docteur von Frisch envoyé par la Polyclinique de Vienne, vint à Paris en 1886, suivre dans mon laboratoire la méthode de la prophylaxie de la rage. Au moment de son départ pour l'Autriche, je lui fis remettre des lapins inoculés qui devaient lui fournir la matière première de ses recherches. Celles-ci eurent pour objet le contrôle des faits servant de base à la méthode de prophylaxie de la rage.

Leurs premiers résultats (septembre 1886) furent très défavorables à cette méthode. Une seconde publication fut faite par M. von Frisch, le 30 décembre, sous forme de seize propositions qui condamnaient également, sans réserve, les principes de la méthode. A la même époque, les professeurs de Renzi et Amoroso (de Naples), et M. Abreu (de Lisbonne), firent paraître de leur côté, des expériences non moins contraires à cette méthode que celles du professeur von Frisch.

Je ne parlerai pas ici des expériences de MM. de Renzi, Amorose et Abreu. La critique en a été faite dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, numéro du 25 mars dernier, par le docteur Gamaleia, sous-directeur du laboratoire antirabique d'Odessa, qui en a montré toute l'incorrection.

« Les publications de M. von Fricsh semblèrent tout d'abord mériter un examen beaucoup plus attentif. La forme brève et absolue qu'il donna à ses conclusions, sans y joindre des détails d'expériences, sans qu'on pût apprécier les motifs des assertions de l'auteur, tout pouvait paraître décisif à un lecteur mal préparé. C'est seulement dans les premiers jours du mois de mai que le professeur von Frisch livra au public l'ensemble de son travail dans une brochure de 150 pages environ.

A peine avait-elle paru, que le célèbre chirurgien Billroth en fit l'éloge dans un article inséré au numéro 12 de la *Nouvelle Presse libre* de Vienne. C'était, disait-il, « un important travail qui ajoutait un nouveau prestige à l'école de Vienne ».

Dans ce même article, M. Billroth, après avoir fait un très gracieux éloge de mes travaux d'autrefois, déclare que sur le terrain médical vétérinaire par la vaccination charbonneuse, et sur le terrain médical proprement dit, par la vaccination rabique, je me suis complètement trompé. Il emploie même l'expression vulgaire de *fiasco*. Au sujet de la vaccination charbonneuse, M. Billroth n'a fait que répéter ce qui avait été dit jadis par l'école de Berlin, dont il invoque le témoignage sans paraître se douter que ces critiques déjà lointaines ont été réfutées par les faits, et que l'école de Berlin a changé d'opinion.

Il suffit de se reporter aux tableaux ci-dessous donnant le mouvement des vaccinations pour la France, dans les cinq dernières années :

Années	Moutons vaccinés.	Mortalité.
1882	243.199	1.08 0/0
1883	193.119	0.77 —
1884	231.693	0.97 —
1885	280.107	0.90 —
1886	202.064	0.75 —

Chez les moutons non vaccinés, la mortalité par le charbon est de 10 0/0.

Années	Bœufs ou vaches vaccinés.	Mortalité.
—	—	—
1882.....	22.918	0.35 0/0
1883.....	20.901	0.35 —
1884.....	22.616	0.37 —
1885.....	21.073	0.50 —
1886.....	22.113	0.28 —

Chez les bœufs ou vaches non vaccinés, la mortalité par le charbon est de 5 0/0.

Sur le point spécial de la rage, M. Billroth, qui n'apporte aucune expérience personnelle, se contente de donner une adhésion complète aux faits et aux conclusions du docteur von Frisch. C'est donc de l'œuvre de ce professeur que je vais parler.

Le mémoire du docteur von Frisch est dominé à la fois par une préoccupation de priorité et par certaines vues théoriques.

Pendant le séjour de M. von Frisch dans mon laboratoire et au cours de ses entretiens, je lui avais parlé d'expériences encore inédites. Il s'agissait de la possibilité de vacciner les chiens même après l'inoculation intra-crânienne du virus de la rage des rues.

J'attribuais à ces expériences une importance capitale par la confiance qu'elles doivent inspirer relativement à l'efficacité de la méthode de prophylaxie de la rage. Nulle morsure, en effet, ne peut être comparée, dans la gravité de ses conséquences, à une introduction du virus rabique à la surface du cerveau puisque la rage en est la suite dans tous les cas. Vacciner dans ces conditions était une preuve irréfutable de la valeur de la méthode de prophylaxie de la rage.

En lisant au début de la brochure de M. von Frisch, que l'idée de ce genre d'expérience lui appartenait, ma surprise fut grande. Il me suffira, pour remettre les choses à

leur place, de dire que, précisément, au moment où M. von Frisch a fréquenté mon laboratoire, d'autres savants avaient reçu de moi la même confidence que j'avais faite à M. von Frisch de mes expériences de vaccination après inoculation à la surface du cerveau. Je citerai notamment MM. les professeurs Burdon-Sanderson et Victor Horseley, membres tous deux de la Commission anglaise pour la rage. Je citerai également le docteur Gamaleia qui, dans son rapport à la Société médicale d'Odessa le 7/19 juin 1886, s'exprime ainsi à la page 6, longtemps avant toute publication de M. von Frisch : « M. Pasteur a « prouvé qu'il est possible, dans quelques cas, de prévenir « la rage, même après l'inoculation par trépanation. »

Je n'aurais peut-être pas insisté sur ce point de priorité si M. von Frisch ne lui avait donné une importance extraordinaire, en affirmant que le genre d'expériences dont je parle, c'est-à-dire l'inoculation de la rage des rues, à la surface du cerveau, suivie de la vaccination, est seule capable de permettre un jugement sur l'efficacité de la méthode de prophylaxie de la rage.

Ce raisonnement est inadmissible. Il est tellement inexact, que l'efficacité de la méthode de prophylaxie de la rage soit sous la dépendance des succès de la vaccination après trépanation, que cette méthode ne serait nullement intéressée dans les cas même où toute vaccination après inoculation par l'opération du trépan serait impossible.

La vaccination, dans de telles conditions, n'est-elle pas une chose tout à fait particulière ? N'est-elle pas, ainsi que je l'ai appelée ailleurs, un tour de force expérimental ? C'est uniquement à titre de preuve *a fortiori* que j'ai tenté la vaccination après inoculation à la surface du cerveau. Ce qui est vrai, c'est que, à Odessa, le docteur Bardach, qui a relaté 10 réussites sur 15 essais, a confirmé l'exactitude de mes résultats.

D'autres circonstances infirment entièrement la portée

de la plupart des expériences du docteur von Frisch. Je ferai observer, en premier lieu, que ses expériences ont porté, pour le plus grand nombre, sur des lapins et non sur des chiens ; or, il n'est aucune de mes expériences relatives à la méthode de vaccination qui n'ait été faite sur des chiens, jamais sur des lapins. Fort souvent, nous avons eu l'occasion de constater que des lapins comme les chiens peuvent être rendus réfractaires à la rage. Je me souviens de l'un d'entre eux qui a subi à trois reprises, et à longs intervalles, l'inoculation à la surface du cerveau, mais je répète que je n'ai jamais tenté avec suite la vaccination de cette espèce animale, ni personne autour de moi, et pas une seule fois nous n'avons essayé de vacciner un lapin après inoculation par trépanation. Est-ce possible, est-ce impossible ? Je l'ignore et cela ne me touche nullement. Je ne doute pas cependant qu'il soit facile de modifier la méthode qui sert pour les chiens et pour l'homme, et de la rendre applicable à l'espèce lapin ; encore faudrait-il craindre qu'elle ne fût pas d'un succès sûr en se servant des vaccins empruntés à des moelles de lapins rabiques dont le virus a pris une très grande accoutumance à se cultiver dans cette espèce.

Non seulement M. von Frisch a eu le tort, puisqu'il voulait contrôler mes expériences, d'opérer principalement sur des lapins, mais il a en outre commis une autre faute grave. Fréquemment, et, jusqu'au jour où il fut averti de sa méprise, il a suivi après l'inoculation par trépanation, la méthode lente de vaccination qui sert pour l'homme, sans réfléchir que la rage se déclarant assez promptement après la trépanation, il est nécessaire de ne pas mettre dix jours à vacciner parce que le terme de l'opération devient trop voisin du moment de l'explosion de la rage.

Je sais que M. von Frisch a reproduit quelques expériences sur les chiens en se plaçant dans de meilleures conditions ; il nous apprend qu'il n'a pas réussi davantage dans sa tentative de vaccination.

J'ajoute enfin que le docteur von Frisch a échoué encore, soit sur des lapins, soit sur des chiens, non plus en essayant de vacciner après trépanation, mais en pratiquant la vaccination sans infection préalable quelconque. Rien de plus grave assurément pour la méthode de prophylaxie de la rage si les assertions de M. von Frisch étaient justifiées. Aussi l'éminent docteur Billroth souligne ces dernières expériences d'une façon toute particulière.

Je suis contraint d'entrer ici plus à fond dans le détail des expériences de M. von Frisch, parce que nous allons y rencontrer des faits d'une gravité exceptionnelle qui, à eux seuls, suffisent à jeter la plus grande défaveur sur tout le travail de ce savant.

On lit, page 99 de la brochure de M. von Frisch : Trois chiens et dix lapins sont vaccinés par la méthode intensive en dix jours et trois traitements. Ils sont tous morts, excepté un lapin ; les durées d'incubation ont été de 3 à 23 jours. En partant de ceux de ces animaux qui ont eu notamment une durée d'incubation de 5, 6, 6, 12, 13, 14, 17, 17 jours, on fait sur des lapins des inoculations de contrôle par trépanation. Ces lapins meurent avec des durées d'incubation de 7 à 19 jours.

A la page 94, le docteur von Frisch a vacciné également sans infection préalable quatorze lapins et quatre chiens. Trois chiens et un lapin résistent. Les autres meurent, un de septicémie, le reste de rage après des périodes d'incubation variant de 5 à 16 jours. Il fait ensuite des inoculations de contrôle, toujours à des lapins, par trépanation, en se servant des bulbes des animaux morts. Cette fois, deux lapins restent vivants, deux meurent de septicémie et douze après des durées d'incubation de 1 à 38 jours.

En d'autres termes, et pour ses deux séries d'expérience XII et XIV de vaccination sans infection préalable, le docteur von Frisch n'a retrouvé dans 26 lapins de contrôle, que d'une manière exceptionnelle, le virus des inoculations préventives.

Ces faits ruinent non seulement les expériences dont il s'agit, mais encore ils ébranlent toute confiance dans le travail entier du docteur von Frisch. On doit en conclure que le docteur von Frisch, ou bien opère mal, ou bien a laissé s'altérer entre ses mains le virus que je lui avais remis quand il a quitté Paris.

Non seulement M. von Frisch a rencontré souvent soit dans des expériences de vaccination, soit dans des inoculations de contrôle, des durées d'incubation tout à fait insolites, mais il signale à diverses reprises, et nous en avons eu un exemple tout à l'heure, des morts par septicémie. Ce dernier fait est incompatible avec des manipulations sévères.

J'ai donné une preuve de la faiblesse de l'argumentation du docteur von Frisch, en signalant sa prétention de placer le critérium de l'efficacité de la méthode de prophylaxie de la rage dans le succès des vaccinations après trépanation. Ce défaut de logique de l'expérimentateur viennois éclate à un bien plus haut degré dans les circonstances suivantes: Je me trouvais en Italie lorsque parurent les expériences faites à Naples par les docteurs de Renzi et Amoroso. J'écrivis au directeur du journal *le Pungolo*, de Naples, une lettre datée de Bordighera, le 9 février 1887, dans laquelle se trouve le passage suivant: « Le docteur Frisch a fait des expériences sur des chiens et a inoculé par trépanation le virus de rage des rues. Il n'a pas réussi, je le regrette, mais j'oppose à ses essais des résultats positifs contre lesquels tombent tous les faits négatifs qu'il a pu obtenir. »

M. le docteur von Frisch reproduit dans sa brochure à la page 107, cet alinéa de ma lettre au *Pungolo*, et il ajoute: « J'accorde que des résultats négatifs ne prouvent rien contre des résultats positifs, mais de quel droit Pasteur traite-t-il mes résultats de négatifs? Ne sont-ce pas plutôt les siens qui sont négatifs et les miens positifs? »

Cette opinion de M. von Frisch ne soutient pas la discussion; qu'on en juge:

1° L'inoculation à la surface du cerveau entraîne toujours la mort des chiens par rage. Sur ce point, tout le monde est d'accord.

A cette première assertion, j'ai jointe celle-ci:

2° La vaccination est possible même après inoculation à la surface du cerveau.

N'est il pas de toute évidence que, si l'on réussit dans un tel mode de vaccination, on a le résultat positif? Il est souverainement illogique de dire le contraire. Telle est cependant la prétention de M. von Frisch.

Je n'en finirais pas de relever tout ce qui est défectueux dans la brochure de cet observateur. Que d'affirmations sans preuves sérieuses dans tout ce qu'il dit des statistiques de la rage, des grandes morsures comparées aux petites, etc., etc.

La Société se souviendra peut-être que l'atténuation des virus et la méthode des vaccinations charbonneuses a donné lieu, il y a quelques années, à des contradictions qui rappellent ce qui se passe actuellement pour la rage.

Le temps a marché et la valeur des méthodes de vaccination est aujourd'hui confirmée scientifiquement et pratiquement.

C'est encore au temps, qui ne plaide ni le pour ni le contre, mais qui est le juge infaillible en dernier ressort, à dire le dernier mot. Ce dernier mot, je l'attends avec confiance.

J'ajouterai, en terminant, qu'il existe aujourd'hui dans le monde quatorze instituts antirabiques fonctionnant quotidiennement.

M. Ullmann. — Au moment où la valeur du traitement préventif de la rage est de nouveau à l'ordre du jour et où les exemples des dangers occasionnés par cette méthode se multiplient de jour en jour, je pense qu'on me saura gré de me prononcer sur quelques points, avant d'avoir terminé le cours de mes expériences sur ce sujet. Des recherches expérimentales aussi compliquées, des manipula-

tions aussi minutieuses et répétées que celles que nécessitent les études sur la rage, ne peuvent être menées à bonne fin en peu de temps; c'est pourquoi j'ai gardé le silence jusqu'à ce jour. Les propositions que je vais vous soumettre sont donc provisoires, les voici:

1° D'après mes expériences, les animaux ne succombent pas à la rage par suite des inoculations préventives:

2° Certains animaux peuvent être rendus réfractaires à la rage par les inoculations préventives;

3° La statistique des inoculations préventives que j'ai faites chez l'homme paraissent plaider en faveur de la méthode Pasteur.

M. de Frisch. — M. Pasteur, dans sa lettre, n'a opposé à mes expériences aucun argument objectif, de sorte que les conclusions que j'en ai tirées sont jusqu'à ce moment incontestées. Je laisse à juger si la forme insolite que M. Pasteur a donnée à sa réponse en la portant devant une Société où la question de la rage n'a jamais été discutée est légitime ou non. Permettez-moi, cependant, de répondre à quelques-unes des objections contenues dans sa lettre. En ce qui concerne tout d'abord l'assertion de M. Pasteur, que M. Billroth partage au sujet de la vaccination charbonneuse l'opinion de l'École de Berlin, opinion déjà réfutée par les faits, et que cette Ecole a changé de manière de voir, je dois constater que cela est inexact et que l'Ecole de Berlin est toujours du même avis.

Dans la dernière publication faite sur ce sujet par Koch, Gaffky et Lœffer dans le second volume des *Mittheilungen aus dem Reichsgesundheitsamt*, ces auteurs disent: « Comme on ne peut pas obtenir une immunité certaine contre le charbon par les inoculations préventives de M. Pasteur et comme en outre, cette immunité, achetée au prix de grandes pertes, ne peut pas être efficace contre le charbon naturel, la méthode des inoculations préventives doit être regardée comme constituant un bénéfice bien douteux, surtout si l'on réfléchit que les animaux qui succombent à la

seconde inoculation préventive avec un virus encore assez fort, deviennent les agents d'une nouvelle infection et ainsi de l'extension de la maladie. » Depuis, on n'a fait ni à l'Office impérial, ni à l'Institut hygiénique de Berlin de nouvelles expériences sur ce sujet qui autorisent à dire que l'Ecole de Berlin ait changé d'opinion sur la valeur des inoculations charbonneuses. Pour ce qui est des faits, il faut être circonspect dans l'appréciation des chiffres, tels qu'ils sont communiqués par M. Pasteur. Je crois avoir prouvé suffisamment combien il est dangereux de se laisser influencer par de pareils arguments. En somme, il n'y a actuellement qu'en France où on ait une confiance aveugle dans les vaccinations charbonneuses.

En Angleterre, sur une interpellation adressée au gouvernement par M. Gardner, membre de la Chambre des communes, à l'occasion de l'épidémie de charbon qui sévit actuellement sur les moutons et les veaux dans le Cheshire, lord John Manners, vice-président du conseil de l'Agriculture, a répondu que des expériences qui ont été faites en Angleterre, il faut conclure que la méthode de M. Pasteur n'a pas encore donné des résultats assez satisfaisants pour que le gouvernement engage les fermiers du Cheshire à employer ce mode de traitement pour leur bétail. Puisque M. Pasteur repousse le mot de *fiasco* employé par M. Billroth, je me permettrai de lui rappeler ses publications sur le charbon, ses déclarations sur l'immunité charbonneuse dont jouiraient les oiseaux à cause de la température élevée de leur sang, sa théorie de l'infection charbonneuse par des lésions de la bouche, la fameuse théorie des vers de terre, toutes conceptions réfutées depuis longtemps d'une façon éclatante.

Je dois également repousser l'assertion de M. Pasteur qui prétend que je suis dominé par une préoccupation de priorité et par certaines vues théoriques. Il ne m'est jamais venu à l'esprit de réclamer la priorité, et, du reste, je n'ai émis aucune théorie dans mon livre..

Il est possible que M. Pasteur eût déjà fait des expériences relatives à la possibilité de vacciner des chiens même après l'infection intracrânienne lorsque j'étais à Paris, mais il ne les avait pas publiées et assurément il ne m'en a pas parlé. Ce n'est que le 2 novembre 1886 qu'il a dit avoir fait ces expériences avec un succès partiel. M. Pasteur dit qu'il n'aurait peut-être pas insisté sur ce point de priorité, si je ne lui avais pas donné une importance extraordinaire en affirmant que le genre d'expériences dont il s'agit, est seul capable de permettre un jugement sur l'efficacité de la méthode de prophylaxie de la rage. Il n'en est pas ainsi. M. Pasteur veut faire croire que, dans mes expériences, il ne s'agit que de l'immunité après l'infection intracrânienne, mais il ne peut rien opposer contre les 70 expériences environ, dans lesquelles j'ai injecté le virus sous la peau en quantité minime et il les passe sous silence. M. Pasteur ne sait, du reste, quelle importance il doit attribuer à ce genre d'expériences et il y a dans sa réplique une contradiction frappante. Tandis qu'au commencement, il accorde à ces expériences une « importance capitale » et leur attribue la valeur d'une « preuve irréfutable de l'efficacité de la méthode de prophylaxie de la rage », il dit plus tard que cette méthode « ne serait nullement compromise dans le cas même où toute vaccination après l'inoculation par trépanation serait impossible ».

M. Pasteur me reproche encore d'avoir employé des lapins pour mes expériences. Je répète que mes expériences ont porté non seulement sur des lapins, mais aussi sur des chiens et que les dispositions expérimentales étant les mêmes, les résultats ont été tout à fait identiques. M. Pasteur a tort de dire que son procédé est également bon pour les chiens et pour l'homme. Si on a obtenu quelques résultats positifs chez le chien, il n'en est pas de même chez l'homme, car celui-ci n'a pas servi comme objet d'expérience, et si M. Pasteur applique à l'homme les résultats expérimentaux obtenus sur les chiens, il

commet une erreur tout aussi grande, sinon plus grande que celle qu'il me reproche, c'est-à-dire d'avoir tiré, de mes expériences sur des lapins, des conclusions sur la valeur de sa méthode chez le chien, à moins que M. Pasteur ne croie qu'entre le chien et l'homme il y ait une différence moins grande qu'entre le chien et le lapin.

Le reproche d'avoir vacciné trop lentement est déjà ancien et ne me touche nullement, car, jusqu'au 2 novembre 1886, c'était le seul procédé en usage. C'est à cette époque que M. Pasteur a dit avoir déjà fait des vaccinations préventives après l'infection intracrânienne avec un succès partiel et qu'il a recommandé la vaccination rapide. « L'immunité conférée dans de telles conditions, est la meilleure preuve de l'excellence de la méthode », dit M. Pasteur. Cette assertion est fondée sur quatre expériences faites sur quatre chiens, dont deux, soit 50 0/0, sont morts. Je me demande, dans ce cas, ce que M. Pasteur entend par un « succès partiel ».

M. Pasteur soutient encore que j'ai reproduit quelques expériences sur des chiens en me plaçant dans de « meilleures conditions ». Ces expériences ont porté sur 38 animaux, et les résultats qu'elles ont donnés sont encore moins favorables que ceux de M. Pasteur. Tout ce qu'il oppose à ces faits, c'est que des lapins et des chiens soumis au procédé rapide, sans autre infection préalable, ont été infectés de la rage par les inoculations préventives elles-mêmes. Mais, même dans le cas où un seul de ces animaux aurait été infecté de rage par les inoculations préventives, ce serait un motif suffisant pour ne pas les employer chez l'homme.

Quant au reproche que m'adresse M. Pasteur d'avoir rencontré des durées d'incubation tout à fait insolites, je ne peux que lui conseiller de reproduire les expériences qui m'ont conduit à ces résultats, peut-être ne trouvera-t-il plus ces durées d'incubation insolites. M. Pasteur dit encore que j'ai eu, à diverses reprises, des morts par septi-

cémie. Sur 1,000 animaux que j'ai employés pour mes expériences, 10 à 12 sont morts de septicémie. Or, ce n'est pas du tout surprenant, et M. Pasteur ne doit pas s'étonner qu'une proportion minime d'animaux aussi prédisposés à la septicémie que les lapins, en soit atteinte lorsqu'on leur injecte une série de substances organiques desséchées.

Je dois remarquer, qu'au dire des journaux médicaux français, M. Pasteur aurait de nouveau modifié sa méthode, qu'il serait revenu aux inoculations lentes pour les morsures simples, et qu'il emploierait pour les blessures profondes un virus dont le degré de virulence serait moindre que celui du virus indiqué dans sa communication du 2 novembre 1886. Si ce fait se vérifiait, ce serait une coïncidence singulière, que M. Pasteur ait modifié son procédé après la publication de mes premières expériences, dans lesquelles j'ai prouvé l'inefficacité de son traitement après l'infection intracrânienne et qu'il ait abandonné la vaccination rapide après l'apparition du livre dans lequel j'ai démontré que les inoculations préventives elles-mêmes pouvaient donner la rage. Ce serait pour la troisième fois que M. Pasteur modifierait son procédé, ce qui prouve qu'il n'est pas suffisamment élaboré.

M. Pasteur passe sous silence une foule d'objections que je lui ai adressées. C'est ainsi qu'il n'a pas répondu aux assertions que j'ai émises, à savoir que l'atténuation des virus par le dessèchement était insuffisante ; que son virus fixe ne possédait pas la constance qu'il lui attribue ; que la production du virus fixe ne dépendait pas de l'inoculation à travers une longue série d'animaux ; il passe encore sous silence ce fait que des animaux qui ont subi les inoculations préventives (lentes ou rapides), ne sont pas rendus réfractaires avec sûreté contre une infection ultérieure sous-cutanée ou intracrânienne ; enfin, il ne répond pas aux critiques que j'ai adressées à sa statistique.

M. Pasteur a répliqué, mais il n'a pas réfuté ; j'attends

avec tranquillité que d'autres répètent mes expériences, je ne doute pas qu'ils n'arrivent à la même conclusion : c'est-à-dire que les inoculations préventives de M. Pasteur contre la rage reposent sur une base expérimentale insuffisante et que, par conséquent, leur application chez l'homme n'est pas justifiée.

(Extrait de *la Semaine médicale.*)

Congrès de Vienne. — Les travaux de M. Pasteur sur les diverses inoculations préventives n'ont cessé d'être l'objet de discussions animées.

M. Chamberland, l'élève favori du maître, est venu engager la lutte au sein même de la ville qu'habite M. de Frisch, l'adversaire déclaré de la méthode pastorienne, en ce qui concerne la rage.

L'orateur rappelle la localisation démontrée et prédominante du virus rabique dans le bulbe, et le succès avéré des inoculations de la matière bulbaire dans le cerveau, sous la dure-mère, au moyen de la trépanation. Par cette méthode, on détermine invariablement chez l'animal inoculé l'explosion de la rage au bout de 15 jours, si l'animal qui a fourni la matière d'inoculation etait atteint de la rage des rues; si ce dernier avait la rage inoculée, l'explosion a lieu au bout de 7 à 8 jours.

Pour arriver à des virus atténués et gradués, toujours identiques à eux-mêmes, M. Pasteur a recours au passage successif du virus rabique à travers le corps d'une série d'animaux. C'est ainsi qu'il acquiert la certitude que, chez le lapin, la période d'incubation diminue au fur et à mesure que l'on répète les passages, de telle sorte que le 29e lapin inoculé succombe, non plus au bout de 15 jours mais au bout de 8 jours. Du 29e au 90e lapin, la virulence reste fixe; après quoi, elle occasionne la mort vers le 7e jour. A partir

du 90e lapin, la période d'incubation reste sensiblement fixe.

Chez le singe, au contraire, la virulence est diminuée par les inoculations successives.

La trépanation n'étant guère pratique, à l'ordinaire, M. Pasteur fut conduit par ses recherches persévérantes à découvrir que les moelles des animaux enragés, tant de la rage des rues que de la rage inoculée, ces moelles perdent de leur virulence sous l'action de l'air sec et d'une température suffisamment élevée (25°). La moelle qui y est restée exposée 15 jours, a perdu toute action. Entre celle-ci et celle qui vient d'être extraite du canal vertébral, il y a toute une échelle ascendante et graduée de virulences progressives.

Pendant longtemps, on le sait, on a procédé par l'inoculation des moelles de 15 jours, pour arriver peu à peu, en 10 jours, aux moelles de 2 à 3 jours. Depuis, M. Pasteur a adopté, le cas échéant, ce qu'il nomme la *méthode intensive* et qui consiste à arriver rapidement, à l'aide d'inoculations renouvelées plusieurs fois par jour, aux moelles les plus virulentes.

La durée du traitement est encore ici de 10 jours, mais on fait, dans ce laps de temps, trois séries d'inoculations au cours de chacune desquelles on épuise en 3 jours la série des moelles virulentes jusques et y compris celle du 1er jour.

Avec cette manière de faire, la mortalité des inoculés n'est que de 1,30 0/0.

Malheureusement, on ne sait pas au juste quelle est la mortalité des mordus. Elle serait de 30 0/0 d'après les uns, de 16 0/0 d'après d'autres. On a même, à l'étranger, donné un pourcentage inférieur, mais on n'est jamais pourtant descendu au-dessous de 9 0/0. Il y a donc, en tout état de cause, un énorme bénéfice pour la méthode Pasteur.

M. Chamberland propose donc de reconnaître que les

injections prophylactiques, selon la méthode en question, diminuent dans une proportion considérable la mortalité des mordus, et qu'elles n'ont jamais donné lieu à des cas de morts avérés. (Applaudissements prolongés.)

M. Ullmam (de Vienne) cite desc hiffres tirés de sa pratique, et qui viennent à l'appui des propositions ci-dessus.

M. de Frisch confesse qu'on peut aujourd'hui rendre les animaux réfractaires à la rage, mais il ne croit pas qu'on soit encore fondé à dire que la même possibilité s'étende à l'homme.

L'orateur rappelle que ses expériences n'ont pas été confirmatives de celles de M. Pasteur. Quant aux statistiques publiées par ce dernier, elles sont entachées de nullité, par le seul fait que nous iguorons combien, parmi les mordus, sont réellement atteints de la rage. Il faut que, dans les pays où l'on pratique les vaccinations antirabiques, il soit constaté pendant plusieurs années que la mortalité a effectivement diminué. Nous n'avons pas ici, d'ailleurs, de microbe connu, et nous ne savons pas quelle quantité de poison nous inoculons avec notre seringue.

De plus, l'atténuation du virus par le dessèchement des moelles n'est pas constante, et les règles posées par M. Pasteur ne se vérifient pas toujours. C'est encore une question à étudier, et mieux vaudrait, selon M. de Frisch, rendre obligatoire l'inoculation des chiens que d'appliquer celle-ci aux hommes.

— Protestation de M. Metschnikoff (d'Odessa), qui expose que, depuis le mois de juin dernier jusques il y a douze jours, 713 individus mordus par des animaux enragés ont été inoculés dans son laboratoire. Mais on s'est arrêté d'abord, aux moelles de cinq jours, et les résultats, améliorés depuis qu'on est arrivé à employer les moelles de deux jours, ont donné six morts sur cent inoculés. Depuis l'emploi généralisé des moelles de deux jours, la mortalité est tombée à 0,6 pour cent.

En résumé, on n'a eu à Odessa que des faits déposant en faveur de la méthode française.

M. de Renzi (de Naples) constate d'abord, la difficulté qu'on a, même par l'injection intracrânienne, à donner la rage aux lapins, si disposés à contracter cette maladie. Que doit-il donc en être pour l'homme, qui y est nativement réfractaire, et combien, parmi les mordus par des animaux enragés, ne doit-il pas s'en trouver qui ne contractent point la rage?

Bien plus, le virus *fixe*, celui qu'on obtient des animaux inoculés artificiellement, par n'importe quelle voie, ne donne pas non plus des résultats univoques. Beaucoup de lapins et de cochons d'Inde y sont réfractaires. Ceux sur lesquels l'inoculation réussit, présentent constamment la rage paralytique. Dans ces conditions, avec cette variabilité des résultats, on ne peut jamais dire si l'animal est réfractaire par nature ou par le fait de la vaccination.

Les expériences poursuivies par M. de Renzi lui ont démontré l'inanité de la prophylaxie pastorienne, dans l'espèce, et des chiens inoculés avec succès n'en ont pas moins contracté la rage ultérieurement.

M. Chamberland, chargé en qualité de rapporteur de résumer la discussion, prend acte de la déclaration de M. de Frisch, relative à la possibilité de rendre les chiens réfractaires.

Quant au défaut de fixité et aux défaillances du virus d'expérience, il affirme que sur plus de 250 lapins sans exception, il a toujours vu la rage se développer, après inoculation, au bout de sept à huit jours. Si donc on a relevé ailleurs quelques résultats négatifs, il se croit autorisé à les imputer à une erreur de manipulation.

NOTE V

Une leçon du professeur Peter, l'un des plus tenaces adversaires de Pasteur et des théories microbiennes.

Cette leçon pourrait aussi bien avoir pour titre : « Grandeur et décadence du microbe. » C'est qu'en effet, si, les années précédentes, j'ai combattu devant vous le microbe, alors qu'il était tout-puissant et qu'il régnait en maître dans le domaine des maladies dites infectieuses, je veux encore m'occuper de lui en ce jour, bien que son action pathogénique ait été singulièrement amoindrie.

N'allez pas croire, cependant, que je veuille dans les leçons de cette année, m'éloigner de la clinique; mais le mouvement scientifique qui, à l'heure actuelle, entraîne le monde médical, est tel que le clinicien ne peut se désintéressé de ces nouvelles doctrines; et, ce que je veux vous montrer, c'est l'évolution qu'elles ont subie. Grâce aux recherches patientes des mêmes savants qui, naguère, invoquaient l'action exclusive des micro-organismes, l'esprit médical s'est porté brusquement d'un pôle à l'autre de la pathologie.

Vous vous rappelez, sans doute, que je vous avais fait voir, il y a deux ans, comment les outranciers de la localisation étaient devenus les outranciers de la généralisation. Après avoir localisé la maladie dans un organe, puis dans le tissu de cet organe, puis dans les éléments de ce tissu, ils avaient fini par trouver le microbe comme cause prochaine des lésions. Prenons la pneumonie pour exemple; elle était, autrefois, considérée comme une fièvre, la « fiè-

vre péri-pneumonique », c'est-à-dire une maladie générale avec détermination morbide sur le poumon : par le fait de l'anatomie pathologique, elle devint une phlegmasie pulmonaire, et l'on disait, en montrant l'exudation alvéolaire : « Voilà le mal. » On prenait la lésion pour la maladie. Mais sous l'influence des doctrines contemporaines, les recherches suivent une autre voie ; le pneumocoque est découvert, et l'on dit : « Voilà la cause de la pneumonie. » Or, ce pneumocoque étant un agent infectieux, on en conclut que la maladie engendrée par lui est une maladie infectieuse, et voilà comment, de par l'histologie pathologique, la pneumonie redevient une maladie générale.

Mais, au hasard ou à son gré, ce pneumocoque peut être endocardocoque ou méningocoque — faire alors une endocardite ou une méningite — et voilà l'agent tout matériel de la spécificité qui nous éloigne de la spécificité. C'est le chaos !

Actuellement, nous assistons à une transformation du même genre, le solidisme aboutit à l'humorisme, et c'est le microbe qui sert de trait d'union entre les deux doctrines le microbe n'est plus dangereux par lui-même, mais par les alcaloïdes qu'il sécrète. Et ce sont les pères mêmes de la microbie qui en sont arrivés aux « vaccins chimiques ». Ce sacrifice d'Abraham est le détrônement du microbe !

On a cherché laborieusement, de toutes les façons, et toujours infructueusement, le microbe de la rage ; cependant, la rage est infectieuse, transmissible. Et, tout en se passant du microbe, on a vu ou cru voir qu'il y avait dans cette moelle rabique quelque chose comme un poison soluble qu'on a qualifié de « vaccin chimique ». Mais comment ? par qui ? par quoi celui-ci s'y est-il fabriqué ? Sans microbe, assurément ; et par la moelle, incontestablement. Et voilà la moelle qui crée des poisons !

Vous prenez une moelle rabique fraîche, vous l'inoculez à un lapin, et il meurt. Vous faites sécher une moelle rabique fraîche, pendant quarante-huit heures, à 35°, vous

l'inoculez ensuite, et le lapin reste vivant. Puis, à quelque temps de là, vous inoculez ce même lapin avec une moelle rabique fraîche; il résiste. Il est vacciné. Par quoi? Par quelque chose de vivant? Non, certes, mais par un *agent* CHIMIQUE; et voilà le microbe aux gémonies!

Ce qui fit autrefois le triomphe — triomphe aussi éclatant qu'éphémère — des théories microbiennes, ce qui les fit accepter avec enthousiasme, c'est ce simple fait, la PULLULATION indéfinie des germes introduits par effraction dans l'organisme. Il suffit, disait-on, de prendre une goutte, une gouttelette, un atome de liquide virulent, de l'inoculer et l'on assiste alors à la « pullulation des micro-organismes » d'où l'encombrement des vaisseaux dans les organes les plus importants, d'où les accidents observés; et voilà comment une si petite masse de liquide (de *liquide*, j'insiste sur ce mot) peut infecter la masse énorme de l'organisme!

Les esprits superficiels étaient satisfaits: j'ai le bonheur de dire que je ne l'étais pas. Or, aujourd'hui, on repousse cette pullulation, et l'on reconnaît qu'il s'agit plutôt de phénomènes toxiques dus à la présence d'alcaloïdes; et voilà que le virus agit *qualitativement* et non *quantitativement* : son action est analogue à celle que produirait une parcelle de musc qui, placée dans un appartement, l'emplit de ses émanations odorantes sans perdre la plus petite partie de son poids. Le mystère des maladies infectieuses nous semblait révélé par les microbes et nous voilà, par les alcaloïdes, rejetés dans les ténèbres!

Je me suis toujours efforcé de vous faire comprendre que les microbes ne sont pas les *colporteurs* d'un produit morbide ou morbifique. Ce n'est pas dans l'air en effet qu'on va prendre avec une pince un microbe pathogène; on le prend dans une *goutte de liquide* puisé dans un organisme malade.

Qu'est-ce donc que ce liquide que vous inoculez? C'est un liquide virulent contenant des bactéries, *plus* des alca-

loïdes. On en met une goutte dans des bouillons successifs et l'on constate que ces bouillons sont de moins en moins virulents; en les inoculant à des animaux, on les rend réfractaires à l'action des liquides les plus virulents, c'est-à-dire qu'on a procédé de cette manière à une véritable *mithridatisation* du sujet en expérience. Mais *les bactéridies du dixième bouillon sont* MORPHOLOGIQUEMENT *identiques*. Elles se sont donc DÉPOUILLÉES *de quelque chose, et c'était précisément ce quelque chose dont elles étaient* IMPRÉGNÉES *qui les rendait nocives*. Ainsi s'explique l'absence de nocivité des bacilles du dixième bouillon.

Voici d'autres fait non moins concluants : Koch (de Berlin) a découvert le bacille dit cholérigène. Or, ayant pris du liquide cholérique, il a fait des cultures et a constaté que les bacilles de ces cultures n'étaient pas virulents. Eh bien, le bacille « en virgule » contenu dans ces cultures peut acquérir de nouveau des propriétés virulentes, grâce à certains artifices d'expérimentation. Lœwenthal (de Lausanne) semble l'avoir prouvé. Mais si ce bacille peut, d'une part, *perdre*, et, d'autre part, *acquérir*, c'est donc qu'il *contracte*, et, *dès lors, il n'a que des propriétés d'emprunt.*

Voici comment Lœwenthal a opéré pour redonner au bacille toute sa virulence : il a pris des cultures ordinaires du bacille de Koch et en a semé dans un bouillon de sa composition.

Il a redonné ainsi au bacille toute sa virulence et a pu, de la sorte, inoculer le choléra. Donc, le bacille de Koch, cultivé à la manière ordinaire, perd ses propriétés, et cultivé par le procédé de Lœwenthal, il les retrouve. C'est donc qu'il *n'est pas virulent par lui-même.*

Je vous ai exposé, il y a quelques instants, les diverses manières dont on avait compris l'action des microbes sur l'organisme : pour les uns, pullulation des bactéries qui agissent alors par leur masse et leur nombre, mécaniquement; pour les autres, décharges microbiennes, traumatisme cellulaire, dans le rein par exemple, d'où les

néphrites infectieuses, selon quelques autres, plus délicats, action physiologico-chimique, les microbes dépouillant les hématies de leur oxygène, d'où l'asphyxie; mais, quoi qu'il en soit, les microbes, dans toutes ces hypothèses, agissent *per se*.

Puis voici que pour certains, dont Koch, le bacille agit *par l'alcaloïde qu'il sécrète*. C'est là qu'est l'évolution ; mais cette évolution est un suicide !

Nous allons voir maintenant que l'on peut expliquer les faits morbides des maladies infectieuses sans faire intervenir les microbes. Et tout d'abord, point n'est besoin d'invoquer leur nombre; M. Strauss a démontré que dans le choléra il y avait des cas foudroyants, où l'on ne trouve que peu ou même pas de bacilles « virgules ».

De tels faits, absolument inexplicables dans la doctrine du microbe « facteur du mal », et que les microbiens passeraient volontiers sous silence ! de tels faits sont des plus simples dans la doctrine que je leur objecte, et l'explication en est des plus faciles; je dis que le temps a manqué à la chose, le malade est mort trop vite pour que les microbes aient pu apparaître ; or, quand il n'y en a pas, on ne peut pas dire qu'ils sont les auteurs du mal; et quand il y en a très peu pour un mal si grand, on ne peut pas décemment les en accuser davantage.

Mais dans une maladie bien autrement banale, dans la phthisie, où il y a encore le bacille de Koch, mais « rectiligne » cette fois. Dans la phthisie aiguë, on trouve d'immenses quantités de granulations sans bacille, tandis que dans la phthisie chronique, les bacilles sont en très grande abondance, notamment dans les parois des cavernes. C'est qu'évidemment *le bacille vient* APRÈS; il est là comme témoin et non comme complice, encore moins comme malfaiteur.

Vous citerai-je encore le fait si intéressant de la tuberculose zoogléique, où le bacille n'apparaît qu'à la deuxième ou troisième génération ?

Enfin, j'arrive à la rage, c'est bien là une maladie sans microbe ; et elle est transmissible !

Il y a donc des maladies virulentes sans microbe, d'autres avec peu de microbes, et quelques-unes avec beaucoup de microbes.

C'est qu'en effet, ce sont maintenant les *alcaloïdes* qui font tout.

Peyraud (de Libourne) a eu la très ingénieuse idée de chercher s'il n'y avait pas dans les végétaux des substances nuisibles dont l'action se rapprocherait de celle des alcaloïdes d'origine animale. Il a pris de l'essence de tanaisie, et l'ayant inoculée, il a remarqué qu'elle donnait lieu à des symptômes analogues à ceux de la rage. Il a remarqué, en outre, que le chloral empêchait l'éclosion de ces accidents, et un jeune homme mordu par un chien enragé et traité par le chloral, serait resté à l'abri de la rage. Etant sur cette voie, il a poussé ses recherches plus loin, et voici les curieux résultats qu'il a obtenu : il a injecté progressivement à des animaux de l'essence de tanaisie et déterminé ainsi l'accoutumance.

En possession de cette « simili-rage », comme Jenner l'était d'une « simili-variole », il a voulu voir si elle ne s'opposerait pas au développement de la vraie rage, et, pour cela, il a inoculé du virus rabique aux animaux auxquels il avait *préalablement* injecté de l'essence de tanaisie. Le virus rabique dont il s'est servi était des plus authentiques, car il provenait de Berger, mort à Bordeaux *six mois* après avoir subi, à Paris, les inoculations pastoriennes. Or, les animaux ainsi inoculés n'ont pas succombé. D'ailleurs, M. Peyraud a remarqué, dans d'autres expériences, que les inoculations « intensives » de son essence de tanaisie, loin de préserver de la rage, en accélérait l'éclosion ! Aujourd'hui, il a varié son procédé, et après avoir inoculé la rage, il injecte de l'essence de tanaisie tout autour du point inoculé pour essayer de neutraliser sur place le virus rabique.

C'est, j'ai le devoir de le dire, M. Peyraud qui, le premier, a trouvé le vaccin chimique.

J'ai prononcé devant vous plusieurs fois déjà, les mots d' « alcaloïdes » ; il me reste à vous en parler plus explicitement. C'est à M. le professeur Gauthier que nous devons la découverte de quelques uns de ces alcaloïdes animaux, véritables poisons toxiques, fabriqués par les fonctions mêmes de la vie; il leur a donné le nom de « leucomaïne ». Par les actes intimes de la vie, ai-je dit dès 1869, nous faisons ce que j'ai appelé, de l' « autotyphisation », chaque fois que nous nous trouvons dans l'impossibilité d'éliminer certains produits toxiques, fabriqués par nous; autotyphisation se traduisant généralement par des troubles du système nerveux, des hémorrhagies et quelques autres symptômes variables, suivant qu'il s'agissait de « TYPHUS *urinémique* » (ou urémie), « *cholémique* » (ou ictère grave), « *athéromique* » (ou endocardite ulcéreuse), « *puerpéral* » (ou fièvre puerpérale). Mais c'est M. Gauthier qui, dans ses belles recherches sur les leucomaïnes, a démontré l'existence de ces alcaloïdes toxiques, produits par chacun de nous: ce sont la xanthocréatinine, etc. Ce qu'il nous importe surtout de savoir, c'est que ces substances sont le résultat de la vie propre, de la vie intime de la cellule musculaire.

« Si donc la vie intime de cette partie des cellules animales groupées en tissus, et vivant sans oxygène emprunté à l'air, est *semblable* par la façon dont elle assimile et désassimile la matière organique *à la vie des ferments bactériens*, nous devons, dans nos produits d'excrétion, observer ces substances mêmes qu'on retrouve dans la fermentation anaérobie des albuminoïdes, c'est-à-dire dans les fermentations putréfactives. Nous retrouvons, en effet, dans nos excrétions normales et presque exclusivement, l'ensemble des produits de la putréfaction proprement dite..... » Telles sont les paroles mêmes de M. Gauthier.

La présence de ces alcaloïdes s'est révélée jusque dans l'acte respiratoire. MM. Brown-Séquard et d'Arsonval en

ont trouvé dans l'air expiré. Comme la peau, comme les reins, les poumons laissent échapper des produits excrémentitiels dont la toxicité est aujourd'hui parfaitement établie. Depuis longtemps, du reste, M. Béchamp y avait trouvé ce qu'il appelle une « zymase ». MM. Brown-Séquard et d'Arsonval ont ainsi démontré que l'air expiré est toxique, et cela sans microbe.

Mais la salive elle-même l'est, toxique ! et tout semble prouver que chez les chiens elle acquiert, sous l'influence d'une excitation génésique intense et contrariée, les qualités virulentes de la salive rabique.

Est-ce que vous ne savez pas que, dans nos pays tempérés, il est mauvais de manger du poisson au moment du frai ? Or, il y a dans l'Inde, climat plus excessif, des poissons dont la consommation est des plus dangereuses à ces moments d'excitation génésique, et que, pour cette raison, on a qualifiés de *toxicophores*, dans cette période de leur vie physiologique.

De tout ce qui précède, n'ai-je pas le droit de conclure que par suite des actes physiologiques de la vie, il se produit des substances éminemment toxiques ?

C'est désormais monnaie scientifique courante que « l'air est peuplé de *germes* », et que ces germes sont les agents de la contagion. Et puis voici que M. le professeur Strauss a pu établir, par des expériences d'une grande précision, que chacun de nous absorbait, dans une salle d'hôpital, à chaque inspiration, 609 bactéries ou spores, et qu'à chaque expiration il sortait, savez-vous combien de microbes ? un, rien qu'UN. Nous admettrons que le poumon en absorbe une moyenne de 600 en chiffres ronds. A 20 inspirations par minute, cela fait, en vingt-quatre heures, le joli total de DIX-SEPT MILLIONS *deux cent quatre-vingt mille* bactéries ou spores que nous engloutissons. Mais alors on peut dire que nous nous en nourrissons. Le poumon, suivant M. Strauss, jouerait le rôle de « filtre », et rendrait l'air BACTÉRIOLOGIQUEMENT *pur*, moi j'ajoute ALCALOÏDIQUEMENT *im-*

pur; ce qui n'est pas sans importance, puisque, vous le savez, l'air expiré est toxique, et cela de par le fait d'un alcaloïde.

Ici encore apparaît la toute-puissance de la spontanéité vitale. Comment ! je passe chaque matin plusieurs heures dans une salle d'hôpital, dont l'atmosphère est remplie des germes de la pneumonie, de la tuberculose, de la fièvre typhoïde, et, cependant, je ne contracte ni l'une ni l'autre de ces maladies ! C'est donc alors que mon organisme « ne peut pas tomber malade », qu'il est réfractaire; et nous arrivons de la sorte, en présence même des expériences des microbiens, à la *prédisposition morbide*; c'est-à-dire que l'on ne devient malade que parce qu'on l'est déjà.

Après le poumon, qui reçoit impunément tant de germes, voici la plaie chirurgicale exposée à leur action, non moins impunément.

Ce que M. Strauss a fait pour démontrer la résistance du poumon aux microbes de l'air, M. le professeur Le Fort vient de le faire pour prouver la résistance des plaies à ces mêmes microorganismes.

On admettait autrefois que si les plaies suppuraient, c'est qu'elles étaient en contact avec l'air extérieur chargé des microbes de la suppuration; le pansement de Lister avait pour but d'opposer un rempart infranchissable à l'introduction de ces germes. Il est incontestable que ce pansement a rendu de grands services; d'abord c'est un pansement rare, puis il a forcé les chirurgiens à se laver plus soigneusement les mains, et à nettoyer leurs instruments : « la crainte du microbe aura été le commencement de la... propreté ».

M. Le Fort n'admet pas la théorie des ferments de l'air; pour lui les complications habituelles des plaies sont dues à la contagion opérée par les doigts du chirurgien, les éponges, les instruments. C'est au moyen du germe-contage que se fait la transmission de l'infection purulente, de

l'érysipèle, etc., le microbe ne sert que de véhicule; à lui seul, il ne peut rien: il faut le germe « *plus* quelque chose ».

Pour démontrer l'innocuité de l'air, il n'a fait, cette année, à ses opérés de Necker, aucun pansement cachant la plaie, celle-ci restant librement exposée à l'air. (Il avait déjà fait ces expériences à l'hôpital Beaujon en 1876 et à l'Hôtel-Dieu en 1880.)

Pour empêcher le frottement des draps contre la plaie, il se bornait à recouvrir la partie avec un petit grillage métallique; l'air pouvait librement circuler à l'entour. Et sur trois amputés de cuisse, trois amputés de jambe, un réséqué du coude, tous ont guéri sans suppuration et par première intention. Il n'a eu ni mort, ni érysipèle, ni accident quelconque.

Ce n'est pas tout: il a puisé avec un fil de platine, préalablement rougi, du liquide qui humectait ces plaies: avec ce liquide, cette lymphe plastique, il a fait des cultures et il a trouvé *sur toutes* les *staphylococcus albus* ou *aureus* et *sur quelques-unes* le *streptococcus* regardé comme SPÉCIFIQUE *de l'infection purulente* ou de l'*érysipèle*, et cependant les opérés n'ont eu *ni infection purulente, ni érysipèle!*

Je vous parlais tout à l'heure de la résistance de l'organisme aux bactéries; or, un savant, Metschnikoff, a fourni pour rendre compte de cette résistance, une explication originale. Pour lui, ce sont les cellules qui MANGENT les *microbes*: chaque organisme est pourvu de « phagocytes » (ou mangeurs de microbes) de différentes espèces; les uns sont constitués par les cellules fixes, les *macrophages*; les autres, ou *microphages*, sont des globules blancs du sang. Nous retombons ici en plein solidisme; mais laissons là ces luttes homériques d'une nouvelle batrachomyomachie, où l'imagination joue un rôle si oriental, et qui sont loin d'être appuyées sur un nombre assez considérable de faits expérimentaux pour être admis au titre de vérité démontrée.

Il y a beaux jours que Robin disait qu'un microorganisme n'est malfaisant qu'à la condition de sortir d'un organisme malade. Une bactéridie charbonneuse n'est pas morbifique par elle-même, mais parce qu'elle sort d'un milieu infecté; ce que disait Béchamp, il y a bien longtemps, reste toujours vrai; on ne prend pas la maladie dans l'air, on la prend dans un liquide.

MM. Bouchard et Charrin viennent de faire des expériences qui semblent donner à cette manière de voir un appui sérieux ; ils ont démontré que ce ne sont pas les microbes, mais les liquides de culture qui sont virulents. Ils prennent des cultures pyocyaniques, les filtrent sur la porcelaine, les dépouillent ainsi de tout corpuscule organique, et inoculant à petites doses le liquide ainsi filtré à des lapins, les rendent réfractaires.

M. Bouchard a obtenu les mêmes résultats en se servant de l'urine éliminée par les animaux infectés, le rein ayant servi de filtre.

Cette doctrine des vaccins chimiques a-t-elle un grand avenir ? Je voudrais le croire, mais les résultats obtenus jusqu'ici ne sont pas très encourageants.

L'immunité est surtout pratiquement valable par sa *durée* ; bornée à quelques jours, elle n'a qu'un intérêt de laboratoire (et c'est ce que Lœwenthal a démontré pour la fameuse vaccination anticholérique qui dure *deux* jours et ne va pas jusqu'à quinze); étendue jusqu'à un an, deux ans, elle permet aux animaux « de boucherie » de vivre assez pour y aller. Mais en ce qui concerne l'application à l'espèce humaine, que d'incertitudes encore !

Est-ce que le chiffre de la mortalité par la rage a diminué depuis les vaccinations soi-disant antirabiques ? Non ! il aurait plutôt augmenté. Berger est mort, six mois après sa prétendue vaccination, de rage paralytique ; et Sinardot a succombé à la rage convulsive vingt-sept mois, vous entendez bien, vingt-sept mois, *deux ans un quart*, après le traitement de la rue d'Ulm. Peut-on savoir, après de

tels faits, ce qu'il adviendra des autres inoculés de 1886, 1887 et 1888 !

Je crois que ces expériences de laboratoire, ces vaccinations pratiquées par des savants de grande valeur sont très intéressantes, mais nous conduiront-elles jamais à des résultats pratiques applicables à l'homme? C'est là ce dont il est permis de douter.

Dans le cours de ma carrière médicale, qui commence à être longue, j'ai vu la grandeur et la décadence de bien des doctrines. J'ai été témoin de l'agonie de la théorie de Broussais, associant l'archée gastrique de Van Helmont aux sympathies rayonnantes de Willis et de Rega ; j'ai vu les beaux jours de la théorie numérique ; puis ce furent les embolies de Virchow, qui nous ramenaient aux erreurs de lieu de Boerhave ; plus tard enfin tout était rapporté à l'action réflexe. Cela m'a rendu philosophe !

Aujourd'hui, nous venons à peine d'assister à la naissance des théories microbiennes, que les microbes font déjà place aux alcaloïdes, nous ramenant ainsi du solidisme à l'humorisme.

Mais, au fond, tout cela c'est le progrès ! car chacune de ces théories contient une part de vérité. Le malheur est de vouloir trop généraliser et de généraliser trop hâtivement ; de chacune de ces théories, il nous reste une vérité partielle.

De Broussais, il nous reste l'irritation ; de la méthode numérique, une précision plus grande ; de Virchow, les embolies ; de Claude Bernard, les actions réflexes, et des doctrines microbiennes, une hygiène plus rigoureuse. Grâce à elles, nombre de gens auront appris qu'il est décidément très bon d'être propre, de boire de l'eau pure et de manger des choses saines.

Et c'est là somme de ces vérités partielles qui fait la vérité totale, la vérité vraie, que j'essaie de chercher avec vous.

(*Extrait de la Gazette médicale de l'Algérie*).

NOTE VI

La Méthode Pasteur en Angleterre.

Que l'on soit Pastorien ou que l'on soit anti-Pastorien (1), on ne lira pas sans une certaine fierté patriotique le rapport suivant qui est signé d'un des plus grands noms scientifiques de l'Angleterre. PRENGRUEBER.

Rapport de la Commission d'enquête sur le traitement de la rage par le traitement de M. Pasteur.

AU TRÈS HONORABLE CHARLES THOMSON RITCHIE, membre du Parlement, Président du Local Government Board.

Monsieur,

Conformément aux instructions contenues dans la lettre du 12 avril 1886, du TRÈS HONORABLE JOSEPH CHAMBERLAIN, membre du Parlement, votre prédécesseur, nous nommant de la Commission d'enquête sur le traitement de la rage par la méthode de M. Pasteur, nous avons l'honneur de vous présenter le rapport suivant.

Afin de répondre aux différentes questions comprises dans l'enquête, nous avons jugé à propos que quelques membres de la Commission et M. Victor Horsley, secrétaire, se transportassent à Paris, auprès de M. Pasteur lui-même, afin d'observer sa méthode de traitement et d'étudier un nombre considérable de personnes inoculées par lui; en outre, de faire faire par M. Horsley une série

(1) Aujourd'hui la race des anti-Pastoriens est sans doute éteinte.

d'expériences minutieuses sur les résultats de semblables inoculations sur les animaux. Les documents détaillés de ces observations et de ces expériences sont placés dans l'appendice de ce rapport; le résumé et les conclusions que nous avons cru pouvoir en tirer se trouvent dans les pages suivantes.

Les expériences de M. Horsley confirment complètement la découverte de la méthode de M. Pasteur, méthode capable de protéger les animaux contre l'infection rabique. Les faits généraux qui en dérivent peuvent être résumés comme il suit :

Si un chien, ou un lapin, ou tout autre animal est mordu par un chien enragé et meurt de rage, on peut obtenir de sa moelle épinière une substance, laquelle inoculée à un chien ou à tout autre animal sain, produira une rage semblable à celle observée après morsure d'un animal enragé, ou qui ne s'en distinguera que par quelques légères variations de la période d'incubation, entre le moment de l'inoculation et celui de l'apparition des symptômes caractéristiques de la rage.

La rage ainsi transmise par inoculation, peut, par des inoculations analogues, être transmise à une série de lapins avec une intensité toujours croissante.

Mais le virus de la moelle épinière de lapins ayant succombé à la rage inoculée, peut être progressivement affaibli ou atténué, en desséchant ces moelles d'après la méthode enseignée par M. Pasteur et rapportée dans l'Appendice; de telle sorte qu'après un certain nombre de jours de dessiccation, elle peut être injectée sans aucun danger de rage, à des lapins ou à d'autres animaux sains.

En inoculant successivement dans une série de jours, le virus de moelles desséchées pendant une période de plus en plus courte, un animal peut être mis presque sûrement à l'abri de la rage, soit après morsure d'un chien ou de tout autre animal enragé, soit après inoculation hypodermique.

L'immunité de la rage ainsi obtenue est prouvée par ce fait que, lorsqu'on expose des animaux inoculés et d'autres non inoculés à la morsure d'un même chien enragé, aucun des premiers ne succombera à la rage tandis que tous les seconds, à quelques rares exceptions près, y succomberont.

On peut donc considérer comme certain que M. Pasteur a découvert une méthode préventive de la rage comparable à celle de la vaccination contre la variole. Il serait difficile de trop présumer de l'importance de cette découverte, tant au point de vue de son utilité pratique que de ses applications à la pathologie générale. Il s'agit d'une nouvelle méthode d'inoculation ou de vaccination, comme M. Pasteur l'appelle quelquefois, et on pourrait en obtenir de semblables pour protéger l'homme et les animaux domestiques contre d'autres virus des plus intenses.

La durée de l'immunité conférée par la rage inoculée n'est pas encore déterminée, mais pendant les deux ans que cette méthode a été à l'œuvre, il n'y a eu aucun indice montrant qu'elle fût limitée.

Le fait qu'un animal, par inoculations progressives, puisse être protégé de la rage, suggéra à M. Pasteur l'idée que chez un animal ou un homme non inoculé, mordu par un chien enragé, on pourrait prévenir l'influence fatale du virus par une série opportune d'inoculations progressives.

Il a donc inoculé à l'Institut fondé à Paris un très grand nombre de personnes, censées avoir été mordues par des animaux enragés; et nous nous sommes efforcés de vérifier jusqu'à quel point ses inoculations ont été couronnées de succès.

La question pourrait être résolue avec une exactitude numérique, s'il était possible d'évaluer le nombre relatif de cas de rage survenant chez des personnes mordues d'une façon analogue par des animaux véritablement enragés, dont les unes auraient été inoculées, tandis que les autres

ne l'auraient point été. Mais une évaluation de cette espèce est impossible. Car :

1. Il est souvent difficile et quelquefois même impossible de s'assurer si les animaux, censés enragés, qui ont mordu, l'étaient réellement ou non. Ils ont pu s'échapper, ou avoir été abattus d'emblée, ou bien encore avoir été observés par des personnes tout à fait incompétentes.

2. Les chances de rage chez l'homme après morsure de chiens indubitablement enragés, dépendent beaucoup du nombre et des caractères des morsures, de leur siège : à la face, aux mains ou aux parties découvertes; sur les parties couvertes par les vêtements; les effets de la morsure dépendent de la texture des vêtements, de l'étendue de leur déchirure, et, dans tous les cas, l'hémorragie de la plaie influence les chances d'absorption du virus.

3. Dans tous les cas les chances d'absorption après morsure sont influencées par la cautérisation, l'excision rapide, par les lavage variés ou tout autre traitement de la plaie.

4. Les morsures des différents animaux et même des différentes variétés de chiens sont très probablement inégalement dangereuses, pour des causes diverses. A Deptford, l'année dernière, cinq enfants ont été mordus par un chien, tous succombèrent; dans un autre cas, on dit qu'un chien a mordu vingt personnes dont une seule est morte. Il est certain que les morsures de loups enragés et probablement celles de chats enragés sont plus dangereuses que celles de chiens enragés.

La somme d'incertitude, due à ces causes et à d'autres, pourrait s'exprimer par ce fait que la mortalité parmi les personnes mordues par les chiens censés enragés, qui n'ont été ni inoculés ni autrement traités, a été dans quelques cas de 5 0/0, dans d'autres de 60 0/0, dans d'autres encore de tous les degrés intermédiaires. La mortalité, après morsure de loups enragés, a été évaluée de 30 à 95 0/0.

Pour déterminer, autant que possible, l'inflence de ces causes d'erreur, dans les cas inoculés par M. Pasteur, les

membres de la Commission qui se sont transportés à Paris, lui ont demandé de les mettre à même d'examiner, par enquête personnelle, quelques-uns des cas par lui traités. D'emblée et très courtoisement il acquiesca à leur demande et les noms de 90 personnes furent pris par nous sur ses registres. Il n'y eut aucune sélection, sauf toutefois que les noms furent choisis parmi les plus anciens, pour lesquels la période écoulée depuis l'inoculation était la plus longue, et parmi les personnes demeurant à proximité de Paris, de Lyon et de Saint-Etienne.

Les notes, concernant tous ces cas, prises sur place par nous-mêmes, sont rapportées à l'appendice; elles renferment, autant que possible, la preuve que le chien censé enragé l'était réellement, elles indiquent le siège et la variété des morsures, le traitement immédiat, la déclaration des médecins traitants et des vétérinaires pouvant donner quelques renseignements utiles (1).

Parmi les 90 cas, 24 malades ont été mordus sur les parties découvertes par des chiens indubitablement enragés; la plaie n'a été ni cautérisée, ni traitée d'aucune manière pouvant empêcher l'action du virus. Dans 31 cas il n'était pas évident que le chien fût enragé; dans d'autres cas, les morsures de chiens indubitablement enragés ont été faites à travers les vêtements et pouvaient ainsi être rendues inoffensives. Il est donc probable que, même si ces derniers n'avaient point été inoculés, peu auraient succombé. Toutefois les résultats observés sur ce total de 90 cas peuvent avec raison être comparés à ceux constatés dans un grand nombre de cas non inoculés, analogues à ceux-ci au point de vue de l'éventualité de l'infection. La moyenne de la totalité de ces cas, nous l'avons dit, est extrêmement variable. Nous croyons que parmi les 90 per-

(1) La Commission est très redevable à M. Arloing, directeur de l'École vétérinaire de Lyon; à M. Savary, vétérinaire à Brie-Comte-Robert; et à M. Charlois, vétérinaire à Saint-Etienne, de leur assistance dans cette enquête.

sonnes, comprenant les 24 mordues sur les parties découvertes, huit au moins auraient succombé si elles n'avaient été inoculées. Au moment de l'enquête, avril et mai 1887, dix-huit semaines au moins après le traitement des morsures, pas un seul ne présentait de symptômes d'hydrophobie, pas un seul depuis n'a succombé à l'affection.

Ainsi, l'investigation personnelle des cas de M. Pasteur par les membres de la commission a été jusqu'à présent parfaitement satisfaisante; elle les a convaincus de la parfaite exactitude de ses registres.

Après les premiers mois de traitement, pour pacifier bien des terreurs, M. Pasteur a été parfois obligé d'inoculer des personnes qui croyaient avoir été mordues par des animaux enragés, sans pouvoir en donner une preuve satisfaisante. Il serait donc injuste d'estimer la valeur totale de son traitement dans tous ces cas, comme supérieure à la différence entre le taux de la mortalité qu'on y observe et le plus bas taux observé dans un grand nombre de cas non inoculés. Ce plus bas taux peut être considéré comme étant 5 0/0. Entre octobre 1885 et la fin de décembre 1886, M. Pasteur a inoculé 2,682 personnes dont 127 anglaises. Sur ce nombre total, 130 au moins auraient succombé, au taux de 5 0/0. A la fin de 1886 le nombre de morts rapporté par M. Vulpian, au nom de M. Pasteur, était de 31, dont 7 morsures de loup, parmi lesquels les symptômes d'hydrophobie apparurent dans trois cas pendant le traitement et avant que la série d'inoculations ne fût complète. Depuis 1886, deux autres de ces inoculés de l'année sont morts de la rage.

Le chiffre des morts fixé par ceux qui ont essayé de démontrer l'inefficacité de la méthode de M. Pasteur est, autant que nous avons pu nous en assurer, de 40 sur ces 2,682; dans ce chiffre sont compris 7 morts après morsures de loup, et très probablement pas moins de quatre dans lesquelles la cause de la mort par la rage ou par une autre affection resta douteuse. En tenant équitablement

compte des incertitudes, et des questions qui ne peuvent être résolues actuellement, nous croyons certain, en rejetant les morts après morsures de loups enragés, que la léthalité des 2,634 personnes mordues par d'autres animaux était entre 1 et 1,2 0/0, proportion bien inférieure à la plus basse évaluation des personnes n'ayant pas subi le traitement de M. Pasteur. Ces chiffres montrent même, dans cette très basse estimation, qu'il y a eu au moins 100 vies de sauvées.

L'évidence de l'efficacité de la méthode de M. Pasteur, indiquée par ces chiffres, se trouve confirmée par les résultats obtenus dans certains groupes de ces cas.

Sur 233 individus mordus par des animaux dont la rage fut confirmée, soit par inoculation de leur moelle épinière, soit par l'apparition de la rage chez d'autres individus ou animaux mordus, quatre seulement sont morts. Sans l'inoculation, quarante au moins auraient succombé.

Sur 186 mordus à la tête ou à la face par des animaux dont la rage fut confirmée par inoculations expérimentales ou observée par des médecins vétérinaires, neuf seulement sont morts au lieu de quarante au moins.

Et sur 48 mordus par des loups enragés neuf seulement succombèrent, tandis que d'après les évaluations les plus probables, faites jusqu'à présent, la mortalité aurait été de près de trente, sans traitement préventif.

Entre la fin de décembre dernier et la fin de mars, M. Pasteur a inoculé 509 personnes mordues par des animaux dont la rage fut confirmée, soit par l'inoculation de la moelle épinière, soit par la mort d'animaux mordus, soit par déclaration du médecin vétérinaire. Deux seulement sont mortes dont l'une fut mordue par un loup un mois avant l'inoculation, et mourut après trois jours de traitement. Si nous négligeons la moitié de ces cas à cause de leur date trop récente, les autres 250 ont eu une mortalité de moins de 1 0/0, au lieu de 20 à 30 0/0.

On a objecté que le nombre de personnes traitées par

M. Pasteur, qui s'est élevé, du mois d'octobre 1885 à la fin de l'année 1886, à 1,929 Français et Algériens, était de beaucoup supérieur au chiffre raisonnablement supposé de morsures par animaux enragés. Non seulement il n'a jamais été fait d'enregistrement soigneux de ces cas, mais le nombre observé pendant l'année actuelle n'est pas inrieur à celui de la même époque de l'année dernière alors que l'alarme contre la rage était à son maximum.

Par l'évidence de tous ces faits nous pensons que les inoculations pratiquées par M. Pasteur sur des individus mordus par des animaux enragés ont certainement empêché, dans une grande proportion, l'apparition de la rage chez des individus qui auraient succombé à l'affection s'ils n'avaient été inoculés. Et nous croyons que l'importance de sa découverte sera encore supérieure à ce que son utilité présente le fait pressentir; car elle montre qu'il serait possible d'éloigner par l'inoculation d'autres affections que la rage, même après infection. On a pensé, il est vrai, pouvoir préserver par la vaccination des individus récemment exposés a l'infection de la variole; mais la preuve de ce fait est peu concluante; aussi la méthode de M. Pasteur peut-elle être considérée avec raison comme la première ayant atteint et supprimé par l'inoculation un processus d infection spécifique. Ses recherches ont considérablement augmenté le cadre de nos connaissances sur la pathologie de la rage et ont donné, ce qui est de la plus haute valeur pratique, à savoir, un moyen certain de déterminer si un animal mort suspecté de rage, en a été réellement atteint.

La question a été soulevée, si le traitement de M. Pasteur peut être pratiqué sans aucun danger pour la santé ou la vie. Pour y répondre il est nécessaire de se rapporter à ses deux méthodes d'inoculation, qui sont décrites avec tous les détails dans l'appendice.

Dans la première méthode, dite méthode ordinaire, employée dans la très grande majorité des cas, la substance

préservatrice obtenue de la moelle épinière de lapins morts de rage provenant primitivement des chiens enragés, est injectée sous la peau une fois par jour pendant dix jours à des degrés de virulence croissante.

Dans la seconde méthode, dite méthode intensive que M. Pasteur a adoptée pour le traitement des cas spécialement urgents, soit au point de vue du nombre et du siège des morsures ou du temps écoulé depuis la morsure, les injections de virulence progressivement croissante, furent faites trois fois par jour, pendant les trois premiers jours, puis une fois par jour, pendant une semaine, finalement à des degrés de fréquence variés pendant encore quelques jours. Le plus haut degré de virulence des injections employées dans cette méthode était plus élevé que le plus haut degré employé dans la méthode ordinaire et aurait certainement donné la rage, s'il avait été employé avant les injections antérieures de moindre virulence.

Dans la première méthode, méthode ordinaire, il n'y a aucune preuve, aucune probabilité qu'il y ait eu danger de mort ou altération quelconque de la santé, même pendant un court espace de temps. Mais, après la méthode intensive, on a observé des morts survenues dans des conditions telles que l'on a pensé qu'elles étaient dues bien plus à l'inoculation qu'à l'infection par l'animal enragé.

Il y a ample raison de croire que dans un grand nombre de cas les plus graves, la méthode intensive a été plus efficace que ne l'aurait été la méthode ordinaire. Ainsi, M. Pasteur cite le cas de 19 Russes mordus par des loups enragés, dont 3 traités par la méthode ordinaire sont morts, tandis que les 16 autres traités par la méthode intensive ont survécu ; il oppose le cas de 6 enfants gravement mordus à la face, morts après le traitement ordinaire, à celui de 10 enfants mordus d'une façon analogue, traités par la méthode intensive, et dont aucun ne succomba. M. Vulpian rapporte que sur 186 individus dangereusement mordus par des animaux très probablement enra-

gés, 50 traités par la méthode intensive survécurent, tandis que parmi les 136 autres traités par la méthode ordinaire, 9 sont morts.

La proportion de la mortalité après la méthode intensive n'est pas supérieure à celle de la méthode ordinaire; car sur 624 malades ainsi traités, 6 seulement, et en comptant un cas douteux, 7 sont morts. Mais la forme de la mort de quelques malades fit naître des soupçons ; cette forme fut observée chez un homme nommé Goffi envoyé d'Angleterre. Le 4 septembre dernier, il fut dangereusement mordu à Brown Institution par un chat enragé auquel il exposa sa main nue, malgré des avertissements répétés. Il eut douze morsures. Elles furent cautérisées d'emblée par l'acide phénique pur et six heures plus tard il fut chloroformé à Saint-Thomas's Hospital; les parties lésées furent largement excisées, les plaies ainsi faites, cautérisées par l'acide phénique. Le même soir il est envoyé à Paris et le lendemain M. Pasteur commence son traitement intensif qui fut continué pendant vingt-quatre jours. Pendant tout ce temps, cet homme s'est maintes fois grisé (1). Une fois, il est tombé dans la Seine. A son retour, pendant la traversée de la Manche, il s'est fortement refroidi.

Le 10 octobre, il retourne à son travail et semble avoir sa santé habituelle; mais il devient indisposé, se plaint de douleurs abdominales analogues à des coliques, et de douleurs lombaires. Le 18, il présente une paralysie motrice partielle des membres inférieurs et le 19 une paralysie motrice complète des membres inférieurs et du tronc et une paralysie motrice partielle des membres supérieurs et de la face. Il est envoyé à Saint-Thomas's Hospital, où il meurt le 20.

(1) Ce cas, ainsi que d'autres, ont conduit M. Pasteur à penser que les chances de mort par hydrophobie sont très augmentées par l'alcoolisme.

Jusqu'à sa fin il a été indemne des symptômes habituels de rage et l'évolution de l'affection ainsi que la forme de la mort était si semblable à ce qui est décrit sous le nom de paralysie ascendante aiguë, de paralysie de Landry, que ce diagnostic fut donné à l'enquête du Coroner. Mais sa mort a été certainement due au virus rabique, comme les expériences de M. Horsley l'ont prouvé. Une partie de sa moelle épinière fut prise pour servir à des inoculations ; les lapins et le chien inoculés moururent avec les symptômes caractéristiques de rage paralytique, telle qu'on l'observe habituellement chez le lapin.

Dans la plupart des autres cas de morts consécutives au traitement par la méthode intensive, les symptômes, à peu de choses près, ont été les mêmes ; mais dans aucun des cas, la preuve de la mort par la rage ne fut faite. La ressemblance de ces symptômes avec ceux désignés par le nom de rage paralytique habituellement observée chez le lapin, a suggéré l'idée, comme nous l'avons dit, que ces morts n'étaient pas dues au virus du chien ou du chat enragé, mais bien à celui injecté avec la moelle épinière du lapin. Cela est loin d'être certain. Dans le cas de Goffi, en particulier, la période d'incubation était celle de la morsure du chat et non celle de l'inoculation au plus haut degré de virulence ; la période d'incubation du lapin et du chien inoculés avec sa moelle épinière était telle qu'on l'observe après les inoculations semblables de virus provenant non seulement de lapins inoculés en séries par M. Pasteur, mais encore de chiens, de chats, de loups morts de rage vulgaire. Il se pourrait donc que les inoculations intensives faites chez lui et chez les autres individus qui ont succombé, n'étaient point nuisibles en elles-mêmes, mais insuffisantes à prévenir la rage après morsure. Elles ont pu également modifier la forme par laquelle la rage s'est manifestée, lui donnant les caractères de la rage paralytique du lapin au lieu de la forme convulsive ou violente observée habituellement, mais non

toujours (1), chez l'homme, après morsure de chats ou de chiens enragés.

La question restera probablement indécise, car, pour éviter les risques possibles, quoique invraisemblables, de sa méthode intensive, M. Pasteur l'a beaucoup modifiée, et même dans cette forme modifiée, il ne l'emploie que *dans les cas urgents*.

L'étude de ce sujet soulève naturellement la question de la prophylaxie de la rage canine et de la rage humaine dans ce pays.

Si l'immunité conférée par l'inoculation est permanente, l'affection pourrait être supprimée en inoculant tous les chiens. Mais il est peu probable de faire adopter volontairement ces inoculations par les propriétaires de chiens ou de les y contraindre.

Des règlements de police suffiraient, s'ils étaient rigoureusement observés. Mais pour les rendre efficaces, il faudrait : 1° ordonner l'extermination de tous les chiens errants de la ville ou de la campagne; 2° que l'entretien des chiens inutiles fût découragé par la taxe ou d'autres moyens ; 3° que le transport de chiens des contrées dans lesquelles la rage est répandue soit défendu ou soumis à la quarantaine ; 4° que, dans les régions et les contrées où la rage règne, la muselière soit obligatoire et que, dans les rues, les chiens non muselés ou non conduits soient saisis par la police comme « suspects ». Une exception pourrait être faite pour les chiens de bergeries et les chiens gardés dans un but spécial.

(1) Des cas de rage paralytique ont été observés, quoique rarement, chez l'homme après morsure d'animaux enragés, et non traités par les inoculations. On peut en effet présumer que quelques-uns des cas au moins de « paralysie ascendante aiguë », aient été des cas de cette forme de rage, quoique, étant donné l'absence complète des symptomes convulsifs habituels, on n'ait conçu aucun doute quant à la cause de l'affection.

Il y a des exemples suffisants pour prouver que, par ces règlements ou par d'autres analogues, l'hydrophobie pourrait être supprimée dans ce pays ou réduite à un chiffre bien inférieur à celui actuellement connu.

Si on n'y remédie pas, il faut s'attendre à ce qu'un grand nombre de personnes subissent chaque année le traitement par la méthode de M. Pasteur. La moyenne annuelle de morts par hydrophobie pendant la décade finissant en 1885 a été de 43 pour toute l'Angleterre et de 8,5 pour Londres. Si, d'après les évaluations prises pour juger l'efficacité de cette méthode de traitement, ces chiffres sont pris comme ne représentant que les 5 0/0 des individus mordus, le traitement préventif sera pratiqué sur 860 personnes pour toute l'Angleterre et sur 170 pour Londres. Car il est impossible, dans le nombre des mordus, de dire quels seront les individus non exposés à la rage et on ne peut se fier au traitement préventif par la cautérisation, l'excision ou d'autres méthodes.

Signé : James Paget, *Président*;
Victor Horsley, *Secrétaire*;
T. Lauder Brunton — George Fleming — Joseph Lister — Richard Quain — Henrye Roscoe — J. Burdon Sanderson. juin 1887.

APPENDICE

Rapport abrégé des expériences de M. Horsley.

Le premier objet de ces expériences fut de mettre à l'épreuve la méthode de M. Pasteur de la transmission de la rage par l'inoculation et d'en comparer les effets avec ceux de la rage des rues.

Grâce à l'obligeance de M. Pasteur, deux lapins inoculés par lui furent mis à la disposition de la commission le 5 mai 1886 et transportés sans accident, dans l'espace de vingt-quatre heures, à Brown Institution, où les expériences furent entreprises par M. Horsley.

Les premiers symptômes de la rage éclatèrent chez ces deux lapins le 11 et le 12 mai et la marche de l'affection fut celle décrite par M. Pasteur.

Les animaux paraissent d'abord tristes, mais continuent néanmoins à s'alimenter volontiers jusqu'à ce que les symptômes paralytiques apparaissent. Le premier symptôme fut la perte de la mobilité des membres postérieurs sans altération de la sensibilité. La paralysie s'étendit bientôt aux muscles des membres antérieurs, puis à ceux de la tête et les animaux succombèrent dans le coma.

A l'autopsie, des parties de la moelle épinière de chacun de ces lapins furent écrasées, d'après la méthode de M. Pasteur, dans le bouillon stérilisé et le liquide ainsi obtenu fut injecté dans la dure-mère de quatre lapins et d'un même nombre de chiens, anesthésiés au préalable par le chloroforme ou l'éther.

Des quatre lapins ainsi inoculés les deux premiers montrèrent les premiers symptômes sept jours après l'inoculation; les deux derniers le sixième jour. La période d'incu-

bation, comme les symptômes observés chez ces lapins, furent exactement les mêmes que ceux des lapins emportés du laboratoire de M. Pasteur. Des photographies et des notes minutieuses furent prises sur ces animaux afin de pouvoir démontrer pendant la vie et après la mort, la nature constante et spécifique de l'affection. Pendant la période d'incubation la température du corps fut trouvée normale et de 39° 4 C. Avec l'apparition du premier symptôme elle monte à 40° 4 C., ce qui est la température ordinairement observée pendant le premier jour de malaise visible. Le lendemain elle tombe, et le troisième jour, après l'apparition du premier symptôme, la moyenne est de 37° 5 C. Le dernier jour elle est toujours au-dessous de la normale et une fois elle tomba avant la mort à 24° C.

Les animaux, pendant toute l'évolution de l'affection, ne semblent pas avoir souffert. On n'observait pas ces spasmes qui forment un caractère si pénible des premières périodes de la rage humaine et l'affection ressemblait complètement à cette maladie indolente mais rapidement fatale, de l'homme, connue sous le nom de paralysie ascendante aiguë (1).

Les constatations anatomo-pathologiques ont été remarquablement uniformes. Comme règle générale, rien d'anormal, sauf une congestion du cerveau, de la moelle épinière, du cœur, des artères et des membranes séreuses. Le larynx, le pharynx et particulièrement l'épiglotte et la base de la langue présentaient fréquemment une congestion très intense. Presque invariablement, il y avait congestion capillaire des poumons, quelquefois de petits îlots ressemblant à la broncho-pneumonie. La muqueuse gastrique était fort congestionnée, son extrémité cardiaque présente de nombreuses hémorragies (2). La constance

(1) Toutes les expériences faites dans ces recherches s'accomplirent sans douleur.

(2) Dans quelques cas on trouva les signes d'une digestion *post-mortem*.

de ces signes est très remarquable et coïncide dans toutes ses particularités avec les signes constatés postérieurement chez des lapins morts de la rage, après morsure de chiens enragés.

Sur les quatre chiens inoculés, le premier manifesta, huit jours après l'inoculation, une altération de la voix et un début d'excitation; le lendemain l'excitation est excessive, l'aboiement tout à fait caractéristique; le onzième jour, le chien devient agressif, malgré une légère paralysie des membres; le douzième jour, la paralysie augmente, le lendemain elle est complète, le coma survient et la mort a lieu le cinquième jour après le début des accidents.

Le second chien manifeste le premier symptôme le 9e jour après l'inoculation, jour où il devient triste et partiellement paralysé; l'aboiement est caractéristique. Le lendemain, la paralysie est presque complète et le douzième jour l'animal succombe. Il s'agissait donc ici d'une forme paralytique rapide, tandis que chez le premier chien, l'affection présentait la forme furieuse vulgaire de la rage terminée par la paralysie.

Le troisième chien montra le premier symptôme le neuvième jour après l'inoculation et à partir de ce moment il devint progressivement paralysé; il mourut le seizième jour.

Le quatrième chien montra le premier symptôme du huitième au neuvième jour après l'inoculation, et fut agressif pendant le premier jour; les deux jours suivants, l'aboiement est caractéristique; le douzième jour, il y a paralysie des membres postérieurs; la mort survient le treizième jour. Ainsi les formes furieuses et paralytiques de la rage sont représentées par les mêmes chiffres; tandis que la première prédomine par le mode d'infection habituelle par morsure.

A l'autopsie, on constata ce qui suit : Chez quelques chiens, le cerveau et le système nerveux central étaient le

siège d'une congestion considérable; chez d'autres, ces organes semblaient sains. Les membranes séreuses sont normales; le larynx surtout, et quelquefois le pharynx sont congestionnés, les poumons congestionnés toujours et surtout dans leurs lobes inférieurs; le cœur normal; le sang ordinairement fluide, parfois des caillots *post-mortem;* l'estomac contient des corps étrangers tels que paille; sa muqueuse est congestionnée et présente fréquemment des hémorragies multiples; l'intestin grêle est toujours vide, les grands organes glandulaires présentent une congestion veineuse.

Afin de comparer dans tous ses détails l'affection qui vient d'être décrite avec celle du lapin après morsure de la rage des rues, quelques lapins anesthésiés par l'éther furent exposés à la morsure de chiens atteints de la rage des rues ou furent inoculés par la trépanation avec la moelle épinière de chiens ou d'autres animaux morts de rage et dans un cas avec celui d'un homme mort d'hydrophobie.

Quatre séries d'expériences furent instituées sur des lapins mordus par des chiens atteints de la rage des rues. Dans l'une d'entre elles le chien par lequel le lapin avait été mordu présenta la forme triste, dans les autres la forme furieuse de l'affection. Dans chaque série, excepté dans la première, un grand nombre de lapins succombèrent; les symptômes étaient identiques, dans ces cas, à ceux observés chez les lapins après injection du virus de M. Pasteur, mais la durée des symptômes était également plus longue.

Comme nous l'avons indiqué, les lapins inoculés par le virus de M. Pasteur ne présentent que rarement des symptômes pendant plus de trois jours avant la mort, tandis qu'après morsure de la rage des rues, les lapins vécurent souvent une semaine après l'apparition des premiers symptômes.

A l'autopsie des lapins morts après morsure de la rage

des rues, on trouva les mêmes signes déjà décrits chez les lapins inoculés avec le virus des lapins de M. Pasteur.

Chez les lapins inoculés par trépanation avec du virus de la rage des rues, la période d'incubation était de 14 à 21 jours. Dans tous les cas les symptômes étaient semblables à ceux produits par le virus de M. Pasteur et ceux des lapins après morsure de la rage des rues; mais, avec la prolongation de l'affection, les caractères se rapprochèrent encore plus étroitement de cette dernière.

Les résultats de ces expériences confirment plusieurs des observations principales de M. Pasteur; en particulier :

1. Le virus rabique peut certainement être obtenu de la moelle épinière de lapins ou d'autres animaux morts de la rage.

2. Ainsi obtenu, le virus peut être transmis par inoculation à une série d'animaux sans altération essentielle dans sa nature, malgré quelques modifications de la forme de l'affection produite.

3. Par transmission aux lapins, la virulence de l'affection s'accroît, la période d'incubation comme la durée de la vie après l'apparition des symptômes d'infection étant diminuées.

4. Dans les différents cas, l'affection peut se manifester, soit par la forme triste ou paralytique habituelle des lapins; soit par la forme furieuse vulgaire du chien, soit par les formes intermédiaires, ou la combinaison de deux de ces formes; mais toujours il s'agit de rages vraies.

5. La période d'incubation et l'intensité des symptômes peuvent varier avec la méthode d'introduction du virus, l'âge et la force de l'animal, et quelques autres circonstances; mais, quelque variables qu'ils soient dans leur intensité, les caractères de l'affection restent toujours les mêmes.

La certitude que le virus rabique peut être transmis sans modification essentielle de sa nature, fit chercher, en second lieu si, comme M. Pasteur l'affirme, il peut être atté-

nué au point de pouvoir être inoculé sans danger pour la vie et si les animaux ainsi inoculés sont à l'abri de la rage. Les méthodes employées par M. Pasteur pour l'inoculation préventive sont décrites page 21.

Pour les mettre à l'épreuve, six chiens « furent protégés » en injectant sous la peau l'émulsion de moelle épinière de lapins morts de rage, commençant par une moelle desséchée depuis 14 jours et employant les jours suivants des moelles de dessiccation décroissante pour arriver à la moelle fraîche.

Aucun de ces chiens ne souffrit des injections; lorsque la série fut complète, les dix chiens ainsi « protégés », deux autres et quelques lapins non inoculés, furent anesthésiés par l'éther, puis mordus, dans des parties à découvert par des chiens ou un chat enragés.

Un chien « protégé » n° 1 fut mordu le 8 juillet 1886 par un chien atteint de rage paralytique. Il resta indemne.

Un chien « non protégé » n° 1 fut mordu quelques minutes plus tard par le même chien enragé et succomba à la rage paralytique.

Un chien protégé n° 2 fut mordu le 6 novembre 1886 par un chien atteint de rage furieuse; il resta indemne. En même temps quatre lapins « non protégés » furent mordus par le même chien enragé et deux moururent de la forme ordinaire de la rage (c'est-à-dire 50 pour cent des animaux mordus).

Les mêmes résultats furent observés avec le chien « protégé » n° 3 et les lapins « non protégés » mordus en même temps. Le chien vit encore, les lapins sont morts de la rage.

Les chiens « protégés » n° 4 et 5 furent mordus le 20 janvier 1887 par un chien atteint de rage furieuse; le même jour le chien « non protégé » n° 2 et trois lapins « non protégés » furent mordus par le même chien. Le chien protégé resta indemne; le chien non protégé, et deux lapins moururent de rage (c'est-à-dire 75 pour cent des animaux mordus).

Le chien « protégé » n° 6 fut mordu à trois reprises par un chien atteint de rage furieuse le 7 septembre 1886, par un chien atteint de rage furieuse le 7 octobre 1886 et par un autre chien atteint de rage furieuse le 6 novembre 1886. Il mourut 10 semaines après la troisième morsure, mais non pas de la rage.

Pendant tout le temps qu'il fut soumis à l'observation, il fut atteint d'eczéma diffus, dont il mourut. A l'autopsie on ne trouve aucune indication de rage; et deux lapins inoculés après trépanation avec la moelle épinière ne présentaient aucun signe de rage soit pendant la vie, soit après la mort, lorsque plusieurs mois après ils furent sacrifiés. On a donc aussi la preuve que le chien n'était pas enragé.

Toutes les expériences de M. Horsley confirment donc celles de M. Pasteur, et ces dernières expériences montrent que les animaux peuvent être protégés de la rage par l'inoculation de substances provenant de la moelle épinière préparées d'après les méthodes de M. Pasteur. La protection peut être rapprochée de celle que donne l'inoculation pour le charbon ou la vaccination pour la variole, quoique la théorie de la méthode d'inoculation inventée par M. Pasteur soit très différente de celle sur laquelle est basée la vaccination contre la variole ou l'inoculation contre le charbon. Le second cas de la rage, d'animaux ou d'individus chez lesquels le virus a déjà été introduit après morsure ou par d'autres moyens a été examiné dans le corps du rapport.

Dans le cours de ses expériences, M. Horsley a observé bien des faits intéressants sur les modifications de l'action du virus suivant la méthode d'inoculation et l'état de l'animal inoculé; mais il n'a rien trouvé qui justifie la croyance qu'un animal non inoculé soit rebelle à la rage ou que l'affection se développe spontanément.

Simultanément avec ces expériences, d'autres furent faites

par M. Dowdeswell dans le but d'examiner si quelques substances protègent un animal de la rage.

Le résultat a été rapporté dans un travail lu à la société royale et peut être résumé dans la déclaration que l'on ne peut ni préserver de la rage, ni l'influencer dans son évolution, si ce n'est à son désavantage, par aucune des substances employées, telle que alcool allylique, atropine, benzoate de soude, chloral, cocaïne, curare, iode (dissous dans l'iodure de potassium), perchlorure de mercure, quinine, salol, strychnine, uréthane.

(Extrait du *Bulletin Médical*.)

TABLE DES MATIÈRES

Pages

PRÉFACE..... I

NOTICE HISTORIQUE..... VII

CHAPITRE PREMIER

Premiers travaux de Pasteur. — Découverte de l'acide lévotartrique et des lévotartrates. — Première apparition des microbes..... 1

CHAPITRE II

Généralités sur les microbes. — Leur taille comparée à celle des autres êtres vivants. — Formes, noms, mode d'existence et reproduction, culture des microbes.. — Les microorganismes avant Pasteur. — Progrès accomplis..... 9

CHAPITRE III

De la fermentation. — Théories allemandes. — Théorie de Pasteur..... 37

Pages

CHAPITRE IV

Fermentation acétique. — Fabrication du vinaigre. — Méthode d'Orléans. — Méthode allemande. — Méthode Pasteur..... 52

CHAPITRE V

De la putréfaction..... 65

CHAPITRE VI

Études sur le vin : Sa fabrication. — Théorie de la fermentation vineuse et spiritueuse. — Les maladies du vin..... 72

CHAPITRE VII

Études sur la bière..... 80

CHAPITRE VIII

Générations spontanées : matérialisme, spiritualisme. — Une leçon magistrale de Pasteur..... 94

CHAPITRE IX

Les maladies des vers à soie..... 119

CHAPITRE X

Généralités sur la maladie du charbon. — Observations contradictoires de Devaine et Rayer, Gaillard et Saplat, Dr Koch, Paul Bert. — Pasteur intervient et démontre que les contradictions viennent de ce qu'on a cru n'étudier qu'une maladie, le charbon, tandis qu'il y en avait deux, le *charbon* et la *septicémie*..... 127

Pages

CHAPITRE XI

Encore le charbon. — De sa nature et de la rapidité de ses effets. — De son mode de propagation et de sa réapparition soudaine. — Champs maudits. — Des différences de son action dans nos divers départements. — Conseils..... 137

CHAPITRE XII

Choléra des poules. — Le charbon et le choléra des poules ne récidivent pas. — Virus atténués ou vaccins. — Vaccin du choléra des poules. — Vaccin du charbon. — Expériences publiques. — Résultats..... 146

CHAPITRE XIII

Le rouget du porc. — Nouveau mode d'atténuation des virus. — Retour à la virulence et réflexions sur l'atténuation. — Théorie de l'immunité..... 161

CHAPITRE XIV

Étude de la rage chez le chien et chez l'homme. — Vaccination rabique 176

CHAPITRE XV

Pasteur et les réformes de l'enseignement. — Développement progressif de ses laboratoires. — Mort et translation des cendres de Pasteur à l'Institut de la rue Dutot..... 198

Pages

CHAPITRE XVI

Choléra : symptômes, marche, origine. — Choléra nostras et choléra asiatique. — Robert Koch fait en 1882 la découverte du bacille en virgule. — Précautions hygiéniques contre le choléra. — Nicolas Gamaléia, élève de Pasteur, prépare le vaccin cholérique en 1888..... 226

CHAPITRE XVII

Diphtérie, croup, angine diphtérique. — Microbes de Klebs et Lœffer. — Mémoire des Drs Roux et Yersin en 1889. — La sérothérapie et MM. Maurice Raynaud, Richet et Héricourt, Behring et Kétasato. — Importante communication de M. Roux au Congrès de Bucharest sur le même sujet et traitement de la diphtérie humaine, par MM. Roux, Martin et Chaillou..... 239

CHAPITRE XVIII

La tuberculose. — Caractères de cette maladie. — En 1865, M. Villemin prouve que la phtisie est contagieuse. — En 1882, le Dr Koch découvre le microbe de la tuberculose et, en 1890, il annonce qu'il en a trouvé le remède. — Découvertes de MM. Grancher et H. Martin sur le même sujet. — Grandeur et décadence de la *tuberculine*. — En 1897, Koch annonce des expériences plus concluantes et il semble que de divers côtés on soit sur la bonne piste..... 256

Pages

CHAPITRE XIX

La peste. — Symptômes et ravages de cette terrible maladie. — Épidémies célèbres. — Description des pestes de Constantinople. — Le Dr Yersin découvre le microbe de la peste, le cultive et compose un vaccin antipesteux. — Il en fait d'heureuses applications à Amoy et à Bombay..... 285

APPENDICE : NOTES ET DOCUMENTS

NOTE I. — Sur la génération des ferments, par E. FRÉMY..... 311

NOTE II. — La spore de la bactérie charbonneuse et Robert Koch, par I. STRAUSS..... 318

NOTE III. — La rage après morsure, par L. PASTEUR..... 331

NOTE IV. — M. von Frisch : Lettre de Pasteur, Congrès de Vienne..... 336

NOTE V. — Une leçon du professeur Peter..... 353

NOTE VI. — La méthode Pasteur en Angleterre..... 365

Garnier Frères, Editeurs, 6, rue des Saints-Pères — PARIS

NOUVEAU
DICTIONNAIRE NATIONAL
DE LA
LANGUE FRANÇAISE

Répertoire encyclopédique des Lettres, de l'Histoire, de la Géographie, des Sciences, des Arts et de l'Industrie

Par BESCHERELLE Aîné

1° La **NOMENCLATURE** la plus riche et la plus étendue que l'on puisse trouver dans aucun dictionnaire;

2° **L'ÉTYMOLOGIE** de tous les mots de la langue d'après les recherches les plus récentes;

3° La **PRONONCIATION** de tous les mots qui offrent quelques difficultés sous ce rapport ;

4° **L'EXAMEN** critique et raisonné des principaux dictionnaires ;

5° La **SOLUTION** de toutes les difficultés d'orthographe, de grammaire et de style, appuyée sur l'autorité des auteurs les plus estimés;

6° La **BIOGRAPHIE** des personnages les plus remarquables de tous les pays et de tous les temps;

7° Les **NOMS** de tous les peuples anciens et modernes, de tous les souverains, des institutions publiques, des ordres monastiques ou militaires, des sectes religieuses, politiques, philosophiques; les grands événements historiques, sieges, batailles, etc.;

8° La **GÉOGRAPHIE** ancienne et moderne, physique et politique.

Nombreuses Vignettes. — Lettres ornées, dessinées par CATENACCI. — Superbe frontispice par AVRIL et gravé par NAVELLIER. — Planches en chromolithographie donnant les drapeaux des principales puissances du monde entier.

Ouvrage enrichi d'une collection choisie de Cartes géographiques coloriées et de Tableaux encyclopédiques consacrés à l'Histoire naturelle, à la Mécanique, à la Technologie et aux nouvelles Découvertes scientifiques.

Le *Nouveau Dictionnaire national de Bescherelle* se compose de 500 feuilles. Il forme quatre magnifiques volumes contenant 4,000 pages ou 16,000 colonnes qui représentent la matière de 400 volumes in-8°. Cet ouvrage est orné de nombreuses vignettes. — Broché..... 100 fr.
Relié 1/2 chagrin, plats toile..... 120 fr.

Pour faciliter l'acquisition du NOUVEAU DICTIONNAIRE NATIONAL de BESCHERELLE Aîné, il sera livré à tout souscripteur moyennant une première somme de DIX FRANCS versée en souscrivant et un paiement mensuel de CINQ FRANCS. L'ouvrage sera adressé aussitôt réception du bulletin de souscription accompagné de DIX FRANCS.

Le **Dictionnaire National de Bescherelle** *jouit d'une renommée justifiée. Son auteur lui a consacré toute sa carrière et durant huit années tout un groupe de rédacteurs choisis a travaillé à le mettre à jour. Solidement construit, d'après un plan ingénieux et qu'on s'est vainement efforcé d'imiter, étendu, amélioré ensuite dans quelques-unes de ses parties, il demeure avec sa clarté, sa concision, sa supériorité nettement établie comme* DICTIONNAIRE DE LA LANGUE FRANÇAISE, *en même temps que le guide indispensable apte à renseigner sur n'importe quel sujet, l'ami de l'érudit, le précepteur de l'élève, le conseiller de la famille. Il a, en outre, l'immense avantage d'être achevé. On peut, avant de l'acheter, se rendre compte, en le compulsant, de sa réelle supériorité.*

Avantage offert aux Souscripteurs

L'ATLAS GÉNÉRAL

DE

L. GREGOIRE

Ce magnifique **Atlas** se compose de 82 cartes, d'une valeur réelle de 20 francs. Les Souscripteurs au **Nouveau Dictionnaire National** de BESCHERELLE pourront se le procurer, moyennant *10 francs*. Il n'est pas l'adjuvant indispensable du Dictionnaire, puisque ce Dictionnaire est en lui-même complet; mais le nombre, la variété de ses cartes, les indications détaillées qu'elles donnent sur n'importe quelle partie du monde, font qu'il est un complément utile du Dictionnaire pour les personnes qui désireraient développer leurs connaissances géographiques ou qui auraient à faire des recherches qu'elles tenteraient en vain dans tout autre Dictionnaire encyclopédique.

2596
1-MS

COLUMBIA UNIVERSITY LIBRARIES

This book is due on the date indicated below, or at the expiration of a definite period after the date of borrowing, as provided by the library rules or by special arrangement with the Librarian in charge.

DATE BORROWED	DATE DUE	DATE BORROWED	DATE DUE
C28(842)M50			

R507.P26
Boutet
B66
Pasteur et ses élèves
8.15.43
Binding